



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA: PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DE BIODIÉSEL PARA LA CIUDAD DE TULCÁN.

AUTOR: CRISTOFER XAVIER SOTO LÓPEZ

DIRECTOR: ING. CARLOS NOLASCO MAFLA YÉPEZ. MSC.

Ibarra, Agosto 2019

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es **"Propuesta de la implementación de una estación de servicio de combustible de biodiésel para la ciudad de Tulcán"** presentado por el señor: **Cristofer Xavier Soto López** con número de cédula **0401533427**, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 27 días del mes de Agosto del 2019.

Atentamente,



Ing. Carlos Nolasco Mafla Yépez MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401533427		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cristofer Xavier Soto López		
DIRECCIÓN:	Av. 17 de julio y Miramontes 895		
EMAIL:	cxsotol@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062963081	TELÉFONO MÓVIL:	0981969086
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	Propuesta de la implementación de una estación de servicio de combustible de biodiésel para la ciudad de Tulcán.		
AUTOR:	Cristofer Xavier Soto López		
FECHA:	27/08/2019		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Nolasco Mafla Yépez, MSc		

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 27 días del mes de Agosto del 2019

AUTOR


Cristófer Xavier Soto López
C.I.: 040153342-7

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado está dedicada a mi padre, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo. También está dedicado a mi madre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

A todas las personas de mi querida familia, amigos que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

CRISTOFER XAVIER SOTO LÓPEZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de nuestro sueño, por confiar y creer en nuestra expectativa, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A mi compañera de vida Paoly Huertas, por haberme apoyado de una manera incondicional, lo que hizo posible alcanzar esta meta.

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, institución que me ha brindado sólidos conocimientos para desempeñarme en el campo profesional.

Del mismo modo agradezco a mi tutor, Ing. Carlos Mafla MSc. que me guio a realizar el presente trabajo y todos los que hicieron posible obtener este gran logro.

CRISTOFER XAVIER SOTO LÓPEZ

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Delimitación.....	3
1.4.1 Temporal	3
1.4.2 Espacial	3
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.6 Justificación	4
1.7 Alcance	5
1.8 Situación actual.....	5
1.9 Estaciones de servicio.....	6
1.9.1 Partes de una estación de servicio	6
1.9.2 Norma que se utiliza para las estaciones de servicio.....	7
1.9.3 Seguridad.....	7
1.10 Biodiésel	8
1.11 Los orígenes del biodiésel.....	9

1.12 Características de biodiésel.....	9
1.13 Proceso de producción del biodiésel.....	10
1.14 La glicerina en el biodiésel	12
1.15 Diagnóstico de la cobertura vegetal de la ciudad tulcán.....	12
1.16 Plantas oleaginosas	13
1.16.1 El pino	13
1.16.2 El ciprés	13
1.17 Significado de los biocombustibles	14
1.18 Biocombustibles.....	14
1.18.1 Biomasa natural	15
1.18.2 Biomasa residual	15
1.18.3 Cultivos energéticos	15
1.19 Condiciones actuales del desarrollo de los biocombustibles	17
1.19.1 Crecimiento consumo energético en el sector de automoción	17
1.19.2 Preocupación medioambiental	18
1.19.3 Biodegradabilidad y toxicidad.....	18
1.19.4 Motores con mejor lubricidad	19
1.20 Tipos de combustibles	19
1.20. 1 Biocombustibles de segunda generación.....	20
1.20.2 Biocombustibles de tercera generación	20
1.20.3 Biocombustibles de cuarta generación	20
1.21 Propiedades de los combustibles	21
1.21.1 Propiedades del diésel.....	21
1.21.2 Propiedades del biodiésel	22
1.22 Motor diésel	23
1.22.1 Principio de funcionamiento del motor diésel.....	23
1.22.2 Combustión diésel	24

1.22.3 Ciclos de trabajo de un motor diésel	24
1.23 Mezclas de biodiésel.....	26
1.24 Aceites del biodiésel	26
1.24.1 Aceites de cultivos alimenticios	27
1.24.2 Materiales lignocelulósicos	27
1.25 Uso del biodiésel.....	28
1.25.1 Subproductos obtenidos	28
CAPÍTULO II.....	29
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1 Elección de la planta oleaginosa.....	29
2.1.1 Matriz de decisión	29
2.2 Materia prima para la producción de biodiésel.....	31
2.2.1 Biocombustible de aceite de pino una visión general	31
2.2.2 Aceite de pino.....	32
2.2.3 Aceite de ciprés	33
2.3 Hidróxido de sodio.....	33
2.3.1 Metanol.....	33
2.4 Reactor	34
2.4.1 Reactor discontinuo o proceso discontinuo.....	34
2.4.2 Reactor continuo o proceso continuo	35
2.5 Fabricación de Biodiésel.....	35
2.5.1 Uso directo y mezclas de aceites vegetales.	35
2.6 Transesterificación de aceites	36
2.6.1 Catálisis homogénea.....	37
2.6.2 Catálisis heterogénea.....	37
2.7 Biodiésel alternativa de Combustible	38
2.8 Investigación descriptiva	39

2.8.1 Encuesta.....	40
2.9 Métodos	40
2.9.1 Método Cualitativo.....	40
2.9.2 Método Cuantitativo.....	41
2.10 Proceso de elaboración del biodiésel	41
2.10.1 Reactor químico	41
2.10.2 Proceso de producción del biodiésel iniciando	43
2.11 Certificación de los combustibles	48
2.12 Banco motor.....	49
2.13 Opacímetro.....	50
2.13.1 Características generales	51
2.14 Cuentarrevoluciones MGT-300 de BRAIN BEE.	52
2.15 Software Omni BUS 800.....	53
2.16 Pruebas de opacidad.....	57
2.16.1 Prueba con diésel Premium	58
2.16.2 Prueba de opacidad con biodiésel B5 de pino	59
2.16.3 prueba de opacidad con biodiésel B5 de ciprés.....	60
CAPÍTULO III	62
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
3.1 Fundamentación tecnológica	62
3.2 Población y muestra.....	62
3.2.1 Población	62
3.2.2 Muestra.....	63
3.2.3 Cálculo de la muestra	63
3.3 Tabulación y presentación de resultados de las encuestas.....	64
3.3.1 Análisis de las encuestas	72

3.4 Determinación de la oleaginosa idónea para la elaboración de biodiésel en la ciudad de Tulcán	72
3.4.1 Características de la ciudad de Tulcán provincia de Carchi.....	73
3.5 Aceite de pino	73
3.5.1 Especies de pino utilizadas para extracción de aceite	74
3.5.2 Extracción de la resina	75
3.5.3 Composición del aceite de pino.....	76
3.5.4 Producción de aceite de pino.....	76
3.6 Aceite de ciprés.....	77
3.6.1 Extracción de aceite de ciprés	77
3.6.2 Composición del aceite de ciprés	78
3.7 Análisis de resultados del porcentaje de opacidad	78
3.7.1 índice de cetano	79
3.7.2 análisis de aromáticos en el biodiésel.....	80
3.8 Consumo de diésel en Carchi.....	81
3.8.1 combustible PARA B5 de Pino	81
3.8.2 combustible para el B5 de Ciprés.....	82
3.9 Propuesta.....	83
3.9.1 Productibilidad de la estación de servicio biodiésel.....	84
3.9.2 FABRICACIÓN DEL BIODIÉSEL	85
CAPÍTULO IV.....	88
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
4.1 Conclusiones	88
4.2 Recomendaciones	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1 Comparación de las propiedades físico-químicas del diésel y biodiésel.	10
Tabla 1.2 Tipos de biocombustibles obtenidos a partir de los tres tipos de biomasa.	16
Tabla 1.2 Tipos de biocombustibles obtenidos a partir de los tres tipos de biomasa (Continuación...)	17
Tabla 1.3 Características del biodiésel	22
Tabla 2.1 Matriz de decisión	30
Tabla 2.2 Proporciones para elaborar el biodiésel	41
Tabla 2.3 Medición para la mezcla biodiésel B5	47
Tabla 2.4 Caracterización del B5 Pino y B5 Ciprés	48
Tabla 2.5 Especificaciones técnicas del motor	49
Tabla 2.6 Características técnicas	51
Tabla 2.7 Resultados de las pruebas de opacidad del diésel	58
Tabla 2.8 Pruebas de opacidad con B5 de Pino	59
Tabla 2.9 Pruebas de opacidad con B5 de Ciprés	60
Tabla 3.1 Número de vehículos matriculados a diésel en la ciudad de Tulcán	63
Tabla 3.2 Conocimiento del biodiésel	65
Tabla 3.3 Cantidad de los vehículos en motores diésel	66
Tabla 3.4 Conocimiento de la propiedad del biodiésel al medio ambiente	67
Tabla 3.5 Conocimiento de la propiedad del biodiésel de la vida del motor	68
Tabla 3.6 Disposición de los posibles clientes a utilizar biodiésel	69
Tabla 3.7 Factores importantes para el uso del combustible	70
Tabla 3.8 Factores importantes para el uso del combustible	71
Tabla 3.9 Propiedades del pino	74
Tabla 3.10 Propiedades del ciprés	77
Tabla 3.11 Normativa ecuatoriana de emisiones	78
Tabla 3.12 Comparativa de opacidad entre Diésel, B5 pino y B5 Ciprés	79
Tabla 3.13 Índice de Cetano del Diésel, B5 Pino y B5 Ciprés	80

Tabla 3.14 Aromáticos de los biocombustibles	81
Tabla 3.15 Análisis del combustible para B5 Pino	82
Tabla 3.16 Análisis del combustible para B5 Ciprés	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Proceso de transesterificación	11
Figura 2.1 Proceso de transesterificación	36
Figura 2.2 Proceso de alcoholisis en la transesterificación	37
Figura 2.3 Reacciones simultáneas con un catalizador ácido sólido.	38
Figura 2.4 Normas ASTM cantidades máximas permitidas en diésel y biodiésel	39
Figura 2.5 Reactor químico	42
Figura 2.6 Tablero de control	42
Figura 2.7 Mezcla en el tanque	44
Figura 2.8 Mezcla del tanque 1 al 2	44
Figura 2.9 Mezcla del aceite	45
Figura 2.10 Extracción del biodiésel	46
Figura 2.11 Biodiésel en dos capas	46
Figura 2.12 Revision del pH	47
Figura 2.13 Biodiésel y diésel	47
Figura 2.14 Motor Hino 205	50
Figura 2.15 Partes del opacímetro	50
Figura 2.16 Cuentarrevoluciones MGT-300	52
Figura 2.17 Software Omni BUS 800	53
Figura 2.18 Software Omni Bus 800 en modalidad de opacímetro	53
Figura 2.19 Formulario de llenado de los datos del vehículo	54
Figura 2.20 Limites oficiales	54
Figura 2.21 Temperatura del motor	55
Figura 2.22 Colocación de la sonda en el tubo de escape	55
Figura 2.23 Prueba de opacidad	56
Figura 2.24 Informe de resultados	57
Figura 2.25 Equipos conectados y listos para la medición	58
Figura 2.26 Diagrama de promedio de opacidad del diésel	59

Figura 2.27	Diagrama promedio de opacidad del B5 pino	60
Figura 2.28	Diagrama promedio de opacidad del B5 Ciprés	61
Figura 3.1	Porcentaje del conocimiento del biodiésel.	65
Figura 3.2	Porcentaje de la cantidad de vehículos con motores diésel.	66
Figura 3.3	Porcentaje del conocimiento de la propiedad del biodiésel al medio ambiente	67
Figura 3.4	Porcentaje del conocimiento de la propiedad del biodiésel de la vida del motor	68
Figura 3.5	Porcentaje de disposición de los posibles clientes a utilizar biodiesel	69
Figura 3.6	Porcentaje de los factores importantes para el uso de combustible	70
Figura 3.7	Porcentaje de la Cantidad de dinero invertido a diario en combustible	71
Figura 3.8	Sistema de resinación	75
Figura 3.9	Producción del aceite de pino	76
Figura 3.10	Diagrama de opacidad de los combustibles	79
Figura 3.11	Esquema de la demanda del B5 de Pino	82
Figura 3.12	Esquema de la demanda del B5 de Ciprés	83
Figura 3.13	Sitio de estación de biodiésel	84
Figura 3.14	Abastecimiento del biodiésel	85
Figura 3.15	Identificación del biodiésel	86

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM.	PÁGINA
3.1 Formula de población finita	43

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Encuesta dirigida a propietarios y choferes de vehículos con motor diésel	92
ANEXO II	
Realización de encuestas	95
ANEXO III	
Aceites para hacer biodiésel	96
ANEXO IV	
Materiales para el biodiésel	97
ANEXO V	
Pruebas de opacidad	98

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad producir biodiésel a partir de pino y ciprés en la ciudad de Tulcán provincia de Carchi-Ecuador. Utilizando el aceite de una planta oleaginosa que pueda cultivarse en el cantón Tulcán. Esta oleaginosa será fijada siguiendo el decreto ejecutivo antes mencionado donde se especifica claramente que la producción de biocombustibles no debe interferir con el sistema alimentario del país, además se identificará zonas que cumplan con por medio de encuestas realizadas a los choferes o dueños de vehículos con motor diésel que circulan a diario por la ciudad se determinó el consumo de combustible que existe en la zona y la aceptación que a futuro, luego se realiza la mezcla en volumen de 5 % de biodiésel y 95 % de diésel fósil obtenido así biodiésel B5 tendrá el biodiésel B5 de pino en cambio el biodiésel de ciprés tiene un alto índice de cetano y en las pruebas de opacidad dio un porcentaje alto esto es debido al contener aromáticos, el biodiesel B5 de pino redujo el porcentaje de opacidad y al tener el mismo índice de cetano que el del diésel. Se determinó que hay un alto consume de diésel en la ciudad. Luego los resultados obtenidos fueron comparados con una normativa de control de emisiones ecuatoriana y una internacional y al tener una gran demanda de diésel en Tulcán ya al ser frontera se necesita 927 600 galones Requerimiento al año de Biodiésel para mezcla B5 de Pino necesitando 12,25 Hectáreas necesarias para cubrir la demanda. Al árbol no se lo corta se reside en retirar la corteza del árbol desde 30 cm del suelo.

De igual manera mediante la realización del presente proyecto se procura incentivar la búsqueda y estudio de nuevas fuentes de energía como son los biocombustibles, representando una alternativa a la utilización de combustibles tradicionales que en su gran mayoría son derivados del petróleo, además de las consecuencias que conlleva la utilización de los mismos.

ABSTRACT

The purpose of this project is to produce biodiesel from pine and cypress trees in the city of Tulcán, province of Carchi-Ecuador. Using the oil from an oil plant that can be grown in the canton of Tulcán. This oilseed will be fixed following the mentioned decree executive decree that clearly specifies the production of biofuels should not interfere with the country's food system, in addition areas that comply with the means of surveys conducted to drivers or owners of motor vehicles can be identified Diesel circulating a newspaper through the city was determined the fuel consumption that exists in the area and the acceptance that in the future, then the mixture is made in volume of 5% biodiesel and 95% of fossil diesel obtained thus biodiesel B5 will have B5 pine biodiesel instead, cypress biodiesel has a high Cetane number and in the opacity tests it gave a high percentage. This is due to the fact that it contains aromatics, B5 pine biodiesel reduces the percentage of opacity and has the same index. Cetane than diesel. It was determined that there is a high consumption of diesel in the city. Then the results were compared with an Ecuadorian and an international emission control regulation and having a high demand for diesel in Tulcán and being a borderline, 927 600 gallons is required. Annual requirement of Biodiesel for B5 Pine mixture requiring 12.25 Hectares necessary to cover the demand. Similarly, by carrying out this project, the search and study of new energy sources such as biofuels is encouraged, representing an alternative to the use of traditional fuels that are mostly derived from petroleum, in addition to the consequences involved. the use of them.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ANTECEDENTES

Los cultivos agrícolas o forestales producidos expresamente con fines energéticos en lugar de alimenticios, como ha sido la actividad tradicional en la agricultura. Puede transformarse tanto en biocombustibles líquidos para utilizarse en motores de combustión interna o también en biocombustibles sólidos (Mora Oña, 2017, pág. 10), ya que también se utilizan para hacer biodiésel los productivos de agricultura que todo es mejor para hacer el combustible.

El biodiésel es un biocombustible, es una mezcla de sustancias orgánicas renovables que se utilizan como combustible y que no emiten cantidades elevadas de contaminación (Rodriguez, 2009, pág. 34). Para la elaboración de biodiésel se obtiene a partir de aceites vegetales, grasas animales y también es elaborada con aceite utilizado para procesar alimentos es decir aceite de cocina usado.

El biodiésel se produce mediante una respuesta compuesta, el biodiésel es un sustituto agradable de la tierra, en parte o reemplaza completamente el diésel oíl, en motores diésel. Según algunas organizaciones en los Estados Unidos, Francia, Alemania, Brasil y Argentina, que usan biodiesel, cuando se fusionan en un motor normal, se reducen las descargas de monóxido de carbono, óxidos de azufre, hidrocarburos fragantes y partículas fuertes (Conti, 2008, pág. 3).

Desde hace varios años, el biodiesel ha ganado importancia a nivel internacional como un combustible obtenido a base de fuentes vegetales que funciona como reemplazo de diésel de origen fósil, su generación se envasa en unas veinticinco naciones, y puede crear a partir de crecimiento verde, semillas, plantas o mediante la reutilización del aceite de la producción (Benjaumea, 2009, pág. 29).

Los biocombustibles, por ejemplo, el biodiesel, a pesar de las emanaciones de CO₂, permiten aumentar la vitalidad de una nación, disminuyendo la dependencia de importar combustibles convencionales y de la volatilidad de su precio, además de la creación de empleo que supone en las zonas rurales (Núñez, 2012, pág. 47).

El biodiesel normalmente se mezcla con diferentes poderes en pequeñas extensiones (5 o 20%), once examinados pero restringidos a sustancias que dañan la capa de ozono. En Europa y Estados Unidos, se ha presentado una promulgación que requiere proveedores de biocombustibles hasta un par (Núñez, 2012, pág. 48).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ilustre Municipio de Tulcán a través de la Unidad de Gestión, es el principal interesado en dirigir un examen en la contaminación del aire por emisiones de gases de los vehículos, con el objetivo final de mantener una condición limpia para los inquilinos y aplicar el estatuto fue para el control, contaminantes que existen en la ciudad.

La contaminación es sin duda uno de los problemas que más ponen en peligro la vida del planeta. Hay algunos tipos de contaminación, sin embargo, en este trabajo específico, examinación la contaminación del aire producida por la quema de vehículos con motores diésel y el principio de ensuciar los gases que se descargan debido a la ignición.

Los vehículos de motor diésel se han convertido en fuente importante de contaminación, esto se debe a la gran cantidad de vehículos de transporte que cuentan con este tipo de motor, gracias a su bajo consumo de combustible, prestaciones y fiabilidad.

Esta práctica está llevando a que la obtención de biocombustibles interfiera con la producción alimentaria ya que el maíz, la soya y el aceite vegetal al ser utilizados como materia prima para biocombustibles se hacen menos asequibles como productos de consumo humano.

Ante esta situación, resulta interesante considerar opciones aplicadas en los últimos años en Europa y Estados Unidos, como la producción de biocombustibles (biodiésel) a partir de aceite de pino, alternativa que ha tenido aceptación debido a que ya existen grandes plantaciones de éste, utilizadas esencialmente para la producción de madera y papel, que no estarían en conflicto con la producción de alimentos.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es factible el expendio de biodiésel B5 en las estaciones de servicio de la ciudad de Tulcán?

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 TEMPORAL

El proyecto propuesta de la implementación de una estación de servicio de combustible de biodiésel para la ciudad de Tulcán se llevará a cabo desde el mes de Julio del 2018, a el mes de Febrero 2019.

1.4.2 ESPACIAL

Dicho proyecto de investigación se lleva a cabo en la ciudad de Tulcán, Provincia de Carchi, además se realizó las pruebas en los talleres de la Universidad Técnica del Norte perteneciente a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en la ciudad de Ibarra.

1.5 OBJETIVOS

Los objetivos en un trabajo de investigación tienen como finalidad determinar, que es lo que deseamos lograr o alcanzar en nuestra investigación de un medio claro, confiable y preciso, estos son: el objetivo general que abarca todo el trabajo de investigación y los específicos son orientados al cumplimiento de actividades que sustentan el cumplimiento del objetivo general (Tutorial, 2010, pág. 2).

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer la implementación de una estación de servicio de combustible de biodiésel para la ciudad de Tulcán.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar las fuentes de biomasa oleaginosa.
- Selección de dos fuentes de biodiesel y la producción de cada una de las muestras.

- Caracterización y examinación del rendimiento de cada una de las muestras.
- Definir el consumo de diésel en Tulcán.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La investigación se realizará en Tulcán para el análisis de la producción, con este estudio fundamentalmente, elección en calidad del producto, que se lograría en el beneficio final, con la elaboración de cada muestra.

Se analizará 2 fuentes para la producción de energía, además de permitir a los productores independizarse parcialmente de los costos del combustible, al tomar su propia semilla, crear combustible, adquirir un residuo pertinente y un resultado de negocios, por ejemplo, glicerina, para la generación de biodiesel.

Se analizará el consumo de diésel en la ciudad de Tulcán, ya que es utilizado por el transporte pesado y por los vehículos que consumen diésel.

En la actualidad, se han reconocido numerosos problemas de contaminación que se esfuerzan por buscar alternativas de procedimientos menos contaminantes, de esta manera, la era de los biocombustibles es uno de los focos en los que se ha concentrado la investigación, pero una de las consideraciones clave es la cuestión moral de la utilización de los elementos de nutrición para adquirirlos, razón por la cual una de las opciones es la más ventajosa. Es la utilización de elementos electivos, en esta reunión encuentra la creación de creará un alto contenido de aceite, en un breve marco de tiempo y con grandes biodiésel del pino y del ciprés.

El biodiésel, a pesar de ser naturalmente cordial, tiene un costo similar al del petróleo diésel refinado, en algunas naciones europeas el biodiesel se utiliza hasta ahora como el principal combustible para motores diésel.

Servidores como una razón para que una planta de generación de biodiésel se actualice en esta ciudad, dado que debido a la gran disposición nacional de vivienda hay una asombrosa receptividad a las fuentes de energía sostenibles, en esta línea, es extremadamente posible desde la perspectiva política como el socio de la tierra y mejorar para que no haya emisiones, para la ciudad de Tulcán.

Utilización ecuatoriana de gas, diésel, fuel oíl y gas de petróleo derretido(GLP), han tenido una conducta de expansión peligrosa últimamente, debido a en la baja un incentivo en el que se exhiben resultado de la alta dotación de rellenos que se mantiene en la nación (Viloria, 2012, pág. 24).

1.7 ALCANCE

La investigación se realizará en Tulcán para el análisis de la producción, con este estudio fundamentalmente, elección en calidad del producto, que se lograría en el producto final, con la producción.

Con estas 2 fuentes para la producción de energía, además de permitir a los productores independizarse parcialmente de los costos del combustible, al tomar su propia semilla, crear combustible, adquirir un residuo pertinente y un resultado de negocios, por ejemplo, glicerina, para la generación de biodiesel.

Se analizará el consumo de diésel en la ciudad de Tulcán, ya que es utilizado por el transporte pesado y por los vehículos que consumen diésel.

1.8 SITUACIÓN ACTUAL

Decreto Ejecutivo con el articulo 1 No. 1303 del 28 de septiembre de 2012 proclamó el entusiasmo de la nación por el avance de los biocombustibles en la nación como una forma de apoyar el mejoramiento rural (1303, 2012).

Debido a la contaminación que hay en la ciudad de Tulcán, ya que tiene como frontera a Colombia tienen una gran mayoría de pasar de un lado a otro, muy referente a transporte pesado, que en su mayoría comienza con el uso de las potencias de petróleo, ha sido importante examinar el uso de sentido habitual de los rellenos electivos en el examen con energizaciones habituales, de esta manera la decisión de los puntos focales e impedimentos que los biocombustibles tienen en cuenta para la tierra y población. No puede contrarrestar o amortiguar el desarrollo de la ciudad, el dispositivo lucrativo y de alta calidad, ni los procedimientos que representan su mejora, sin embargo, lo que se hace con prontitud, está terminado el examen en el nivel de impureza.

1.9 ESTACIONES DE SERVICIO

Una estación de servicio, bencinera, gasolinera o servicentro es un punto de venta de combustible y lubricantes para vehículos de motor. Aunque en teoría pueden establecerse y comprar libremente, las estaciones de servicio normalmente se asocian con las grandes empresas distribuidoras, con contratos de exclusividad (Chavéz Orellana & Morán Reyes, 2013, pág. 55). Las estaciones de servicios son las que suministran, a toda clase de vehículos que necesitan de estos servicios. Desde la perspectiva legal, el control de estas oficinas es alucinante, ya que los intereses excepcionalmente cambiados se encuentran, lo que debe comenzar con el pensamiento, una verdadera administración abierta, siempre que la presencia de estas oficinas sea importante para garantizar el movimiento de los vehículos; Beneficio que se otorga, una vez que la infraestructura de restricción del estado desapareció, después de su paso a la Unión Europea, por parte privada. A esto se agrega el peligro que implican, ya que cada uno de los que necesitan un almacenamiento y tratamiento de materiales inflamables. Que en teoría estos pueden establecerse y comprar libremente.

Generalmente, las estaciones de servicio ofrecen gasolina y gasóleo, ambos derivados del petróleo. Algunas estaciones proveen combustibles alternativos, como gas licuado del petróleo (GLP), gas natural, gas natural comprimido. Asimismo, en algunos países también venden bombonas de butano. Una estación de servicio que permite abastecer a vehículos eléctricos se la denomina electrolinera (Chavéz Orellana & Morán Reyes, 2013, pág. 55).

Dentro de una estación de servicios hay un término muy conocido “zona de riesgo”, que se define como protección donde la gente labora dentro de las instalaciones del lugar.

Las principales partes de una estación de servicio son: los tanques para depósitos de combustibles y surtidores de combustibles, hay que cumplir varias normas y medidas.

1.9.1 PARTES DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO

Los elementos esenciales de las gasolineras son los surtidores y los depósitos. los depósitos han de ser de doble o de simple pared, en los materiales de los que están fabricados los depósitos

son acero o PRFV (plástico reforzado con vidrio o plástico reforzado con fibra de vidrio), son los siguientes:

- **Tanque de almacenamiento de gasolina:** Luego de ser descargada por los camiones cisterna, la gasolina se almacena en depósitos bajo la tierra, denominados tanques. Cada uno puede contener miles de litros de gasolina y hay al menos dos por estación, dependiendo del tipo de combustible (91 y 95 octanos o gasoil).
- **Medidor de flujo:** Mide la cantidad de gasolina que se inyecta al vehículo a través de una computadora situada en el dispensador que muestra la cantidad medida en décimas de litros.
- **Surtidor:** También conocido como bomba de gas o dispensador de la gasolina, se utiliza para poner la gasolina en los vehículos. Los surtidores tienen una manguera que finaliza en un aparato denominado.
- **Broquel:** el cual detecta cuándo el tanque del vehículo está lleno y detiene el suministro.

1.9.2 NORMA QUE SE UTILIZA PARA LAS ESTACIONES DE SERVICIO

Para su funcionamiento toda estación de servicio debe seguir estrictos estándares de calidad que son obligatorios, para ello se regirán a la norma ARCH 2014 Control Anual, establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN y por la Agencia Reguladora de Control de Hidrocarburos ARCH que son los Requisitos para emisión de certificados de control anual 2014.

1.9.3 SEGURIDAD

La seguridad que se debe tener una estación de servicios son los siguientes:

- Válvulas de corte rápido en mangueras de dispensarios.

- Extintores con carga vigente.
- Conocimiento del Reglamento de Seguridad y Operación de Estaciones de Servicio.
- Plan de contingencia que cubra prácticas de evacuación y contra incendios.
- Instalación de interruptores de corriente eléctrica de emergencia.
- Señalamientos (preventivos y restrictivos).
- Conexión a tierra de estructuras, motores y equipos metálicos.
- Conexión a tierra para descarga de A/T (Alta Tensión).

1.10 BIODIÉSEL

El biodiésel es un combustible hecho de aceites vegetales, grasas o grasas, como la grasa reciclada de un restaurante. El combustible de biodiesel se puede utilizar en motores diésel sin cambiar el motor. El biodiésel puro no es tóxico, es biodegradable y produce niveles más bajos de la mayoría de los contaminantes del aire que el combustible diésel a base de petróleo. El biodiésel se vende generalmente como una mezcla de biodiésel y combustible diésel a base de petróleo. Una mezcla común de combustible diésel es B20, que es un 20% de biodiésel.

El biodiésel es un combustible renovable y biodegradable, usado en motores diésel. Se produce a través de una gran variedad de grasas de origen animal, aceites vegetales limpios o reciclados, derivados de productos agrícolas como soya, palma, girasol, colza y canola entre otros. La producción de biodiésel se logra mediante la mezcla de grasa animal o aceite vegetal (nuevo o reciclado) con algún alcohol (metanol o etanol) en presencia de un catalizador (A., 2011, pág. 78).

El biodiésel (fatty acid methyl esters or FAME) puede ser usado como mezcla con diésel fósil como combustible en máquinas de arranque por compresión. La mezcla de biodiésel con diésel fósil ha mostrado ser amigable con el medio ambiente debido a que el biodiésel es biodegradable con un bajo contenido de sulfuros y metales; mientras que el diésel fósil contiene hasta un 20% de hidrocarburos aromáticos policíclicos, el biodiésel tiene muy pocos hidrocarburos aromáticos policíclicos lo que lo hace seguro y fácil de almacenar y transportar; también se ha comprobado que el uso de la mezcla biodiésel con diésel fósil reduce significativamente las emisiones comparado con el diésel (Mohammad, 2013, pág. 353).

Sus beneficios son:

- Procede de un recurso renovable.
- Reducción de la dependencia del diésel proveniente del petróleo.
- Es amigable al medio ambiente.
- Aporta lubricación en el motor
- Aumenta la eficiencia y vida útil del motor.

1.11 LOS ORÍGENES DEL BIODIÉSEL

La idea de usar aceites vegetales como combustible no es una nueva, de hecho, el primer motor Diésel de la historia funcionaba con aceite de maní. Su creador, el inventor alemán Rudolf Diésel, lo presentó en la Exposición Universal de París de 1900 como un “motor de aceite” y con él pretendía potenciar la agricultura como fuente de energía. Posteriormente se realizaron ensayos con diferentes aceites vegetales crudos, pero el tema perdió interés con el fuerte desarrollo de la petroquímica y se ha recurrido a los aceites vegetales para sustituir el diésel.

1.12 CARACTERÍSTICAS DE BIODIÉSEL

Atendiendo a su composición química, el biodiesel se puede definir como ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales o grasas animales (biomasa renovable) y que es técnicamente capaz de sustituir al diésel derivado de petróleo como combustible.

Las características del biodiesel son las siguientes:

- Combustible limpio.
- Es biodegradable.
- No tóxico.
- Alto índice de lubricidad.
- Libre de azufre y aromáticos.

El biodiesel tiene mejores propiedades lubricantes y mucho mayor índice de cetano que el diésel de poco azufre. Este último concepto guarda relación con el tiempo que transcurre entre la inyección del carburante y el comienzo de su combustión, denominado “Intervalo de encendido”. Cuanto más elevado es el número de cetano, menor es el retraso de la ignición y mejor es la calidad de combustión. Dichas propiedades lubricantes reducen el desgaste del motor.

Es líquido a temperatura ambiente y su color varía entre dorado y marrón oscuro en función del tipo de materia prima usada. Es inmiscible con el agua, tiene un punto de ebullición alto y baja presión de vapor. Es un material seguro para su transporte, 5 almacenamiento y manejo debido a su baja volatilidad y elevado punto de inflamación (100 - 170°C), que es mucho mayor que el del diésel (60-80 °C) o la gasolina (40 °C). Tiene una densidad de aproximadamente 0,88 g/cm³, menos que el agua (Muriana Vargas, 2016, pág. 14).

En la Tabla 1.1 donde el biodiesel es un combustible oxigenado, por eso tiene una combustión completa en comparación al diésel derivado del petróleo y produce menos gases contaminantes.

Tabla 1.1 Comparación de las propiedades físico-químicas del diésel y biodiésel.

Propiedades	Diésel	Biodiésel
Densidad a 15 °C (kg/m)	840	880
Contenido en oxígeno (% m/m)	0	11
Contenido en parafinas (% m/m)	67,8	0
Contenido en azufre (mg/kg)	<10	<1
Poder calorífico (MJ/kg)	43	38
Emisiones de NO _x frente al diésel	-	+10 %
Emisiones de CO ₂ (kg/MJ)	0,08	0,06

Fuente: (Muriana Vargas, 2016, pág. 15).

1.13 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL BIODIÉSEL

Los aceites y grasas, están compuestos de ésteres: monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos

(siendo estos últimos los más comunes) y de ácidos grasos libres.

A través del proceso de transesterificación de los aceites vegetales con un alcohol (normalmente, metanol), se obtienen los ésteres metílicos derivados, que son compuestos oxigenados con características similares en su comportamiento a las del diésel, principalmente en lo referente a la viscosidad, temperatura de ebullición, residuo carbonoso, número de cetano (El número de cetano, contrariamente al número de octano, es un índice que se utiliza para caracterizar la volatilidad y facilidad de inflamación de los combustibles utilizados en los motores Diésel.).

En cuanto a su producción, el proceso de obtención del biodiésel a partir de aceites vegetales como el aceite de pino, se conoce como transesterificación. Este proceso consiste en la reacción de los triglicéridos de la grasa con un alcohol (metanol o etanol) en presencia de un catalizador, produciendo esteres (biodiésel) y glicerina. El rendimiento de la reacción es afectado por la relación molar alcohol- aceite, se requiere una relación de 3 moles de alcohol por 1 mol de triglicéridos entregando 3 moles de éster monoalquílico de ácido graso y 1 mol de glicerina.

Un criterio esencial del proceso de transesterificación es la calidad del biodiesel obtenido, caracterizada, entre otros, por su pureza.

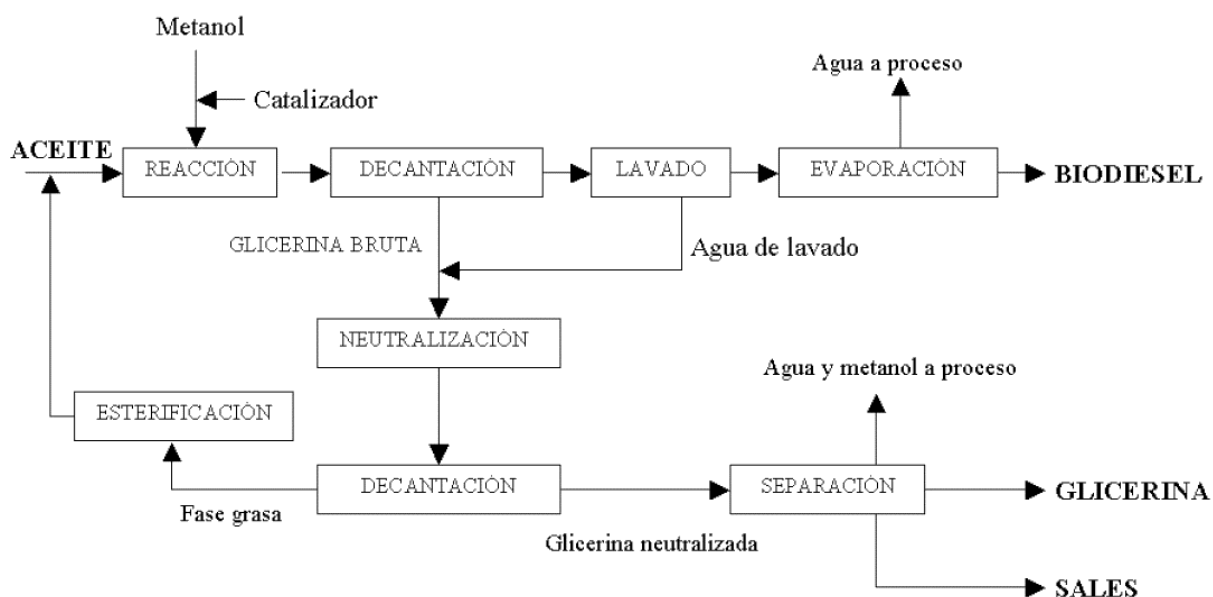


Figura 1.1 Proceso de transesterificación
(Benjaumea, 2009, pág. 12).

En la Figura 1.1 está el proceso de cómo se va hacer la transesterificación para la producción del biodiesel, representa las cadenas de ácidos grasos, que no se modifican en el proceso de transesterificación y son las que definen, básicamente, las propiedades del biodiésel, se detalla desde que se tiene el aceite hasta su producción.

1.14 LA GLICERINA EN EL BIODIÉSEL

En el proceso de producción del biodiésel de cualquier materia prima, se genera la presencia de algunos subproductos residuales; tales como: el agua con jabón, el metanol y los ácidos grasos libres. Estos surgen cuando se produce la ruptura de los triglicéridos presentes en los aceites vegetales convirtiéndose una parte en, ácidos grasos libres y la otra en la glicerina. La glicerina es un compuesto en estado líquido que presenta alta densidad y a su vez alta viscosidad, aproximadamente 1,26 Kg/L.; por otra parte, la cantidad de glicerina que se forma en la producción de biodiésel depende directamente de la cantidad de ácidos grasos libres que contiene el aceite, existiendo una variación entre un 10 % y 30 % de la cantidad total a procesarse (H, 2012, pág. 60).

1.15 DIAGNÓSTICO DE LA COBERTURA VEGETAL DE LA CIUDAD TULCÁN

La presente investigación se va hacer un estudio de todas plantas y se va a elegir dos muestras, las que sean bien beneficiadas para hacer el biodiésel, para desglosar las circunstancias presentes y futuras de esta parte, donde hay grupos de plantas, con respecto a los materiales crudos para el cambio y estar con mejoras, las innovaciones y la generación de procedimientos de biocombustibles fluidos, la eficacia y la productividad de estos procedimientos, el mercado de los biocombustibles y la promulgación pertinentes para este segmento. Para hacer esto, es concebible investigar, en detalle, las técnicas de adquisición y los impedimentos de cada una de las edades de los materiales crudos.

1.16 PLANTAS OLEAGINOSAS

Son vegetales de cuya semilla o fruto puede extraerse aceite, que contienen aceite vegetal en algunos casos comestibles y en otros casos de uso industrial, como materia prima para uso de biocombustibles formando su potencial industrial por el tipo leñoso.

Las plantas que se van a utilizar para el estudio del biodiesel son el pino y el ciprés.

De ese modo, el aceite de pino se está viendo como una fuente alternativa y renovable de combustible para máquinas diésel y por ello, sus características físicas y térmicas están siendo estudiadas, mostrando ventajas notables como la baja viscosidad, el punto de chispa y sus valores caloríficos que son comparables a los del diésel fósil (Vallinayagam, 2014, pág. 5).

1.16.1 EL PINO

El árbol más conocido en todas las sociedades es el pino por su semilla, está representado por sus numerosas especies casi en cada país del mundo. Es una gimnosperma, es decir que no tiene fruto, pero si presenta un cono o piña. Esta es una estructura leñosa, que guarda las semillas del árbol en las axilas de las diferentes secciones en las que se divide. Sus hojas o acículas, son estructuras alargadas y finas, de un color verde muy oscuro que conservan durante todo el año ya que son perennes. Sus ramas suelen ser muy gruesas y duras, y las hojas se unen a ellas mediante una estructura más frágil y muy pequeña, de aspecto papiráceo llamado braquiblasto. La forma de su follaje es en general muy variada, desde la forma redondeada del pino piñonero, hasta la copa irregular del tradicional pino europeo.

Una de sus características más llamativas es la gran cantidad de resina que producen, utilizada sobre todo en la industria. De igual forma, la madera de pino es muy importante como una madera flexible y maleable en el mundo de la carpintería.

1.16.2 EL CIPRÉS

Una variedad de árboles que tienen un lugar con la clase Cupressus se conoce como ciprés. Por razones pragmáticas para este artículo, aludiremos al ciprés regular, *Cypresus sempervirens*, una especie que es normal en toda el área del Mediterráneo y Medio Oriente, y además presente en

ciertos lugares de Europa, América y Asia. Es un árbol que tiene una altura de 15 a 20 metros, con un tronco erecto, se desarrolla recto y en remajo, su tallo es leñoso, sus hojas son pequeñas.

1.17 SIGNIFICADO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Los biocombustibles son combustibles obtenidos a partir de biomasa vegetal o animal, renovables, que permiten reemplazar a los combustibles fósiles obtenidos del petróleo. Se los usa mezclados con los combustibles fósiles. Los biocombustibles más difundidos son el biodiesel y el bioetanol. Las mezclas de biocombustibles con naftas o gasoil se conocen bajo las siglas EX para el caso de bioetanol y BX para el biodiesel, en donde X representa el porcentaje de mezcla, por ejemplo: E5: Etanol 5%, Nafta 95%; B7: Biodiesel 7%, Gas Oil 83%. (Acosta, 2012, pág. 333).

1.18 BIOCOMBUSTIBLES

Para comprender la importancia ecológica que poseen los biocombustibles en la generación de energía y la capacidad de suplir la demanda de las principales fuentes energéticas (carbón, petróleo y gas natural), en la década de 1970, los biocombustibles cobraron nueva importancia debido a la crisis del mercado del petróleo, es importante conocer la definición de Biocombustible; el cual comprende a todas aquellas sustancias combustibles, que se encuentran en estado sólido, líquido o gaseoso elaborados a partir de biomasa, y que pueden ser utilizados en la generación de energía.

Dentro de la definición de biocombustible se habla de biomasa, y se define como toda sustancia orgánica renovable proveniente de dos tipos de fuentes: animal y vegetal, y durante toda su etapa de desarrollo, esta materia orgánica acumula energía que puede ser aprovechada en las diferentes actividades humanas.

Estos dos conceptos son igualmente importantes, ya que para producir y aprovechar un biocombustible; llevaron a volver la mirada a los biocombustibles, lo que condujo a impulsar de manera concreta su producción, se debe considerar el tipo de materia orgánica adecuado para su producción.

1.18.1 BIOMASA NATURAL

Su generación es de manera natural en el medio ambiente, sin la intervención humana. Sin embargo, para poder aprovechar este tipo de fuente energética, se hace necesario gestionar la adquisición del recurso y un transporte adecuado al lugar de extracción, resultando en una acción económicamente factible.

1.18.2 BIOMASA RESIDUAL

Hay dos tipos de biomasa residual que son los siguientes:

➤ BIOMASA RESIDUAL SECA

Son los residuos de las actividades de agricultura (leñosa y herbácea), forestal, industria maderera y agroalimentaria, y que aún pueden ser utilizados y considerados como subproductos. Como ejemplo se puede considerar el aserrín, el bagazo de caña, granza de cáscara de café, las podas de frutales.

➤ BIOMASA RESIDUAL HÚMEDA

Son los vertidos biodegradables provenientes de las aguas residuales urbanas e industriales y los desechos generados en la ganadería (principalmente la mezcla llamada purín que se compone de orín, agua de lluvia y estiércol).

1.18.3 CULTIVOS ENERGÉTICOS

Son cosechados con el fin de producir biomasa para ser transformada en combustible. Estos cultivos los podemos dividir en:

➤ CULTIVOS YA EXISTENTES

Estos son como los cereales, semillas oleaginosas, material sacárido como la caña y la remolacha.

➤ **LIGNOCELULÓSICOS FORESTALES**

Como el sauce, árboles frutales y maderables como el pino, cedro y el ciprés.

➤ **LIGNOCELULÓSICOS HERBÁCEOS**

Son como el café, bambú, zacate junco.

De acuerdo a la Tabla 1.2 donde la biomasa es utilizada ampliamente, constituye el material principalmente para obtener los biocombustibles obtenidos de las diferentes biomasa por su estado.

Tabla 1.2 Tipos de biocombustibles obtenidos a partir de los tres tipos de biomasa.

TIPOS DE BIOMASA	BIOMASA	COMBUSTIBLE	ESTADO
Natural	Material lignocelulósico.	Leña, paja, astillas	sólido
Residual seca	Material lignocelulósico. Proveniente de: Agricultura Tala y poda de árboles. Industria maderera. Agroindustria: Beneficios y torrefactoras de café Arroz Ingenios azucareros	Leña, fibra combustible Carbón vegetal, leña Bioetanol por hidrólisis y fermentación Fibra combustible Fibra combustible Fibra combustible y etanol	Sólido Sólido sólido Líquido Sólido Sólido Sólido y líquido
Residual Húmeda	Aguas residuales Urbanas y excretas humanas Aguas residuales Industriales Residuos ganaderos como: Excretas de ganado Purín	Biogás Biogás, Gas de gasógeno Biogás Biogá	gas gas gas gas

Tabla 1.2 Tipos de biocombustibles obtenidos a partir de los tres tipos de biomasa
(Continuación...)

Cultivos Energéticos	Cultivos ya existentes: Granos básicos Semillas oleaginosas	Fibra combustible Aceites y elaboración de biodiesel. Etanol, hidrógeno	Sólido
	Especies sacáridas Lignocelulósicos forestales: Cedro Pino, Ciprés y Eucalipto Árboles frutales sauce	Leña Aceites de pirolisis Leña Leña	Líquido Líquido y gas Sólido Líquido Sólido Sólido
	Lignocelulósicos herbáceos: Café Bambú Zacate Junco Otros cultivos Higuerillo Tempate	Leña Leña Leña Aceites y biodiesel Aceites y biodiesel	Sólido Sólido Sólido Líquido Líquido

Fuente: (Zelaya, 2007, pág. 7)

1.19 CONDICIONES ACTUALES DEL DESARROLLO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Hay una gran preocupación actualmente por los biocombustibles que tenemos continuación y son debidos a:

1.19.1 CRECIMIENTO CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SECTOR DE AUTOMOCIÓN

El consumo de energía en el transporte crece de manera constante, en Europa el 35 % del total de la energía consumida es destinado a la automoción según datos de Eurostat. Mientras que en Estados Unidos y Canadá un 45 %, ha habido un alto incremento leve en la circulación de vehículos ligeros en todo el mundo debido a la situación económica vida en estos años anteriores, en España, en estos últimos años se ha producido un estancamiento en el parque de vehículos (Muñoz Baena , 2013, pág. 16).

1.19.2 PREOCUPACIÓN MEDIOAMBIENTAL

La tendencia actual consiste en tratar de reducir al máximo estas emisiones (reducir así el efecto invernadero, aumentar la calidad del aire que respiramos, de manera colateral cumplir el protocolo de Kyoto) y para ello una de las medidas a tomar es el uso de la biomasa, los biocarburos. Con los biocombustibles o con la biomasa en general se reducen de manera indirecta las emisiones de CO₂.

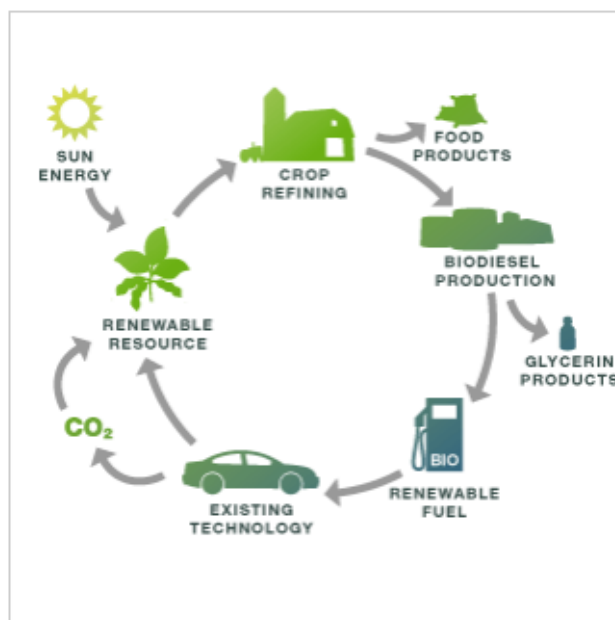


Figura 1.2 Ciclo del CO₂ en el uso de Biocombustibles
(Muñoz Baena , 2013, pág. 16)

En la Figura 1.2 nos indica la reducción de emisiones en el mundo de la automoción es difícil por estar los focos de combustión distribuidos.

1.19.3 BIODEGRADABILIDAD Y TOXICIDAD

El biodiésel no es tóxico y se degrada 4 veces más rápido que el diésel de petróleo. Su contenido de oxígeno mejora el proceso de degradación. Los estudios de biodegradabilidad de varios tipos de biodiésel en ambientes acuáticos reportaron una fácil degradabilidad para todos ellos. Después de 28 días todos los biodiésel fueron biodegradados en 77 % - 89 %, mientras que el

combustible diésel solo lo hizo en un 18 %. La mezcla biodiésel con diésel o con gasolina incrementa la biodegradabilidad del combustible, debido a efectos sinérgicos de cometabolismo. Así el tiempo necesario para alcanzar un 50 % de biodegradación se reduce de 28 a 22 días en el caso del B5 (mezcla de 5 % de biodiesel y 95 % de diésel) y de 28 a 16 días en el caso del B20 (Muñoz Baena , 2013, pág. 18).

1.19.4 MOTORES CON MEJOR LUBRICIDAD

El contenido de oxígeno del biodiesel mejora el proceso de combustión y disminuye su potencial de oxidación. La eficiencia de combustión es más alta que el diésel debido al aumento de homogeneidad de la mezcla oxígeno con el combustible durante la combustión. El biodiesel contiene 11 % de oxígeno en peso y ya no contiene azufre. Por esta razón para el uso de biodiesel puede extenderla vida útil de los motores por que posee mejores cualidades lubricantes que el combustible diésel de petróleo, mientras el consumo, encendido, rendimiento, y el par motor (torque) varían muy poco respecto a su valor normal que con esto es más beneficioso (Muñoz Baena , 2013, pág. 18).

1.20 TIPOS DE COMBUSTIBLES

De las numerosas clasificaciones que se han propuesto, la más difundida agrupa los biocombustibles no por su composición química, que varía poco, sino en función del tipo de materia orgánica de la que provienen. Así, se habla de biocombustibles de primera generación para designar a los que se producen a partir de aceites o azúcares comestibles provenientes de plantas como maíz, caña de azúcar, girasol o soja.

La forma de obtenerlos depende de la planta de origen: si tiene alto contenido de azúcares, se opta por convertirlos en alcoholes por fermentación, como sucede con la producción de etanol a partir de caña de azúcar. En cambio, si se parte de plantas ricas en grasas o aceites, se recurre a una reacción química llamada transesterificación, por la cual se combinan dichos aceites con un alcohol para generar ésteres grasos, como el biodiésel.

1.20.1 BIOCOMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN

Se obtienen con materias primas no aprovechables para alimentación humana, como residuos forestales y agrícolas, que tienen elevado contenido de celulosa y lignina, principales componentes de las paredes celulares de las plantas. El aceite reciclado de cocina se puede considerar materia prima de biocombustibles de segunda generación, pues ya no tiene uso alimentario. Hay varias formas de producir biocombustibles de segunda generación, de las cuales la vía bioquímica y la termoquímica son las más conocidas. La primera emplea microorganismos para reducir a azúcares simples las complejas cadenas químicas de las moléculas de celulosa, y luego transforma los azúcares en biocombustible. La forma termoquímica se vale de alta presión y temperatura para pasar de una amplia variedad de tipos de biomasa a combustibles. Un camino posible es obtener gas de síntesis, una mezcla de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e hidrógeno (H₂). Este gas se utiliza luego para producir energía en forma de calor. La otra forma termoquímica de conversión es la pirólisis, una reacción química que se lleva a cabo en ausencia de oxígeno y por la cual materia orgánica sometida a altas temperaturas se descompone y genera una mezcla de carbón y alquitrán. (Fernando Daniel Ramos, 2016, pág. 70).

1.20.2 BIOCOMBUSTIBLES DE TERCERA GENERACIÓN

Proviene de organismos que pueden producir su propio alimento a partir de energía solar y CO₂, entre ellos algas, que se pueden cultivar en reactores fotoquímicos al aire libre. Luego de secarlas, se extrae el aceite que contienen en sus células y se lo transforma en biocombustible por alguno de los métodos anteriores. (Fernando Daniel Ramos, 2016, pág. 71).

1.20.3 BIOCOMBUSTIBLES DE CUARTA GENERACIÓN

Se producen a partir de organismos genéticamente modificados para que capturen más dióxido de carbono del ambiente, con lo que tienen la doble característica de provenir de una fuente alternativa de energía y ser generados por procedimientos que disminuyen el contenido atmosférico de gases de efecto invernadero. Así se ha alterado por procedimientos de ingeniería

genética árboles como el eucalipto para que almacenen hasta tres veces más CO₂ que los normales, y provean celulosa en mayores proporciones, lo cual se traduce en un incremento de biocombustible generado. Asimismo, algunas empresas recurren a microorganismos modificados genéticamente, como Algenol (fundada en 2006 y hoy con sedes en los Estados Unidos y Alemania), que produce bioetanol de manera directa (Fernando Daniel Ramos, 2016, pág. 71).

1.21 PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES

El combustible no es un elemento que forma parte del conjunto de mecanismos y elementos que forman parte del sistema, sin que es parte fundamental del mismo, por lo que es oportuno en este punto el hacer unas consideraciones sobre las propiedades del diésel y del biodiésel que vamos a ver.

1.21.1 PROPIEDADES DEL DIÉSEL

El diésel es un combustible derivado del petróleo utilizado en motores de combustión interna de compresión. El gasóleo para ser utilizado en motores diésel debe cumplir una serie de propiedades con la finalidad de permitir un funcionamiento idóneo en los automotores, reduciendo el desgaste de los elementos mecánicos. Así como también la disminución de la producción de gases contaminantes.

El combustible diésel se compone de diferentes tipos hidrocarburos que hierve aproximadamente entre 180 y 360 grados de temperatura y se obtiene por destilación del petróleo, también se lo puede obtener por “craqueo” o hidrogenación de aceites. El diésel servirá de combustible en los motores y la inflamación de la mezcla no lo realiza por medio de chispa eléctrica, sino lo realiza por medio de la compresión en la mezcla aire- diésel en la cámara de combustión, su capacidad de inflamación se lo mide en número de cetanos (Arias Paz, 2006, pág. 197).

En la Tabla 1.3 indica las características del biodiésel y su estudio que viene hacer del diésel y su comportamiento.

Tabla 1.3 Características del biodiésel

EL COMBUSTIBLE DIÉSEL SE ESTUDIA	DESCRIPCIÓN
DENSIDAD	Experimenta notables oscilaciones y eso hace variar la cantidad necesaria para las cantidades de aire para su combustión, la carbonilla tiende a aumentar cuando el combustible tiene mayor viscosidad y la inyección no es precisa
VISCOSIDAD	No puede ser muy baja para no averiar las bombas inyectoras.
PUNTO DE INFLAMACIÓN	No debe ser inferior a 55° para asegurar el transporte y almacenamiento.
LA COQUIZACIÓN	Importante para salvar precisión de los inyectores
FACILIDAD DE ENCENDIDO	Cuando mayor es el número de cetanos más fácil es el encendido.
ADITIVOS	Para mejorar la fluidez y retrasar el envejecimiento.

(Arias Paz, 2006, pág. 197)

1.21.2 PROPIEDADES DEL BIODIÉSEL

Las exigencias ambientales al día de hoy requieren de un combustible que reduzca las emisiones de contaminantes ambientales, además de permanecer estable bajo las distintas condiciones de operación. El biodiésel es el único combustible alternativo que puede usarse en cualquier motor diésel, sin modificarlo, debido a que sus propiedades son similares; se pueden mezclar ambos en cualquier proporción, debiendo cumplir con ciertas especificaciones técnicas. Se han establecido en diversos países normas y ensayos para estandarizar los límites permisibles de acuerdo a sus propiedades como la Norma Europea, y la Norte Americana.

El Biodiesel debe tener propiedades similares a las del Diésel:

- **Físicas:** Viscosidad cinemática a 40°C, densidad a 15°C.

- **Químicas:** Número de cetano, índice de yodo y estabilidad a la oxidación.
- **Térmicas:** Volatilidad, poder calorífico y entalpía de vaporización.

1.22 MOTOR DIÉSEL

El motor diésel es un tipo de máquina de combustión interna compuesta principalmente por un cilindro fijo y un pistón. El pistón es el elemento móvil con movimiento alternativo que al deslizarse en el interior del cilindro crea depresión, llenando el cilindro con aire ambiente. Luego es comprimido, producto de este fenómeno se eleva la presión y temperatura para inflamar el combustible. El motor diésel fue inventado y patentado por Rudolf Diésel en 1885. Diésel fue un ingeniero alemán que presentó el primer motor en la feria internacional en 1900 en París, el motor fue conocido en ese entonces porque era capaz de funcionar a base de biocombustibles extraídos del aceite de coco y de palma, además es muy eficiente en términos termodinámicos; los mejores y más desarrollados llegan a alcanzar un valor entre 45% y 55% de eficiencia (Reibán Heredia, 2014, pág. 3).

1.22.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIÉSEL

Motores del ciclo diésel son aquellos que aspiran aire, que después de ser comprimido en el interior de los cilindros, recibe el combustible a presiones altas que alcanzan valores entre 30 y 60 bares, la combustión ocurre por auto ignición de la mezcla cuando el combustible entra en contacto con el aire a presiones elevadas, el combustible que es inyectado al final de la compresión del aire en la mayoría de los motores de ciclo diésel (I.C.S.A., 2014, pág. 7).

El funcionamiento de un motor diésel en comparación con el de gasolina radica en la mezcla de aire - combustible, ya que la mezcla en un motor diésel es relativamente más homogénea debido a que la inyección se la realiza poco antes de la inflamación de la mezcla. Estos motores aspiran aire en exceso, por lo que, si las concentraciones de aire son bajas, los gases contaminantes aumentarían (I.C.S.A., 2014, pág. 8).

1.22.2 COMBUSTIÓN DIÉSEL

Cuando se inyecta gasóleo en el interior del cilindro contra el aire que esta comprimido, con una relación que puede llegar a 1:24, esta mezcla se inflama debido a las altas temperaturas (de hasta 800°C). tras el comienzo del encendido, se intenta conseguir una combustión a presión constante (en la práctica es difícil conseguirlo). Para ello, la cantidad quemada debe ir sincronizada con el giro del cigüeñal sin que varíe la presión (Pardiñas , 2012, pág. 272).

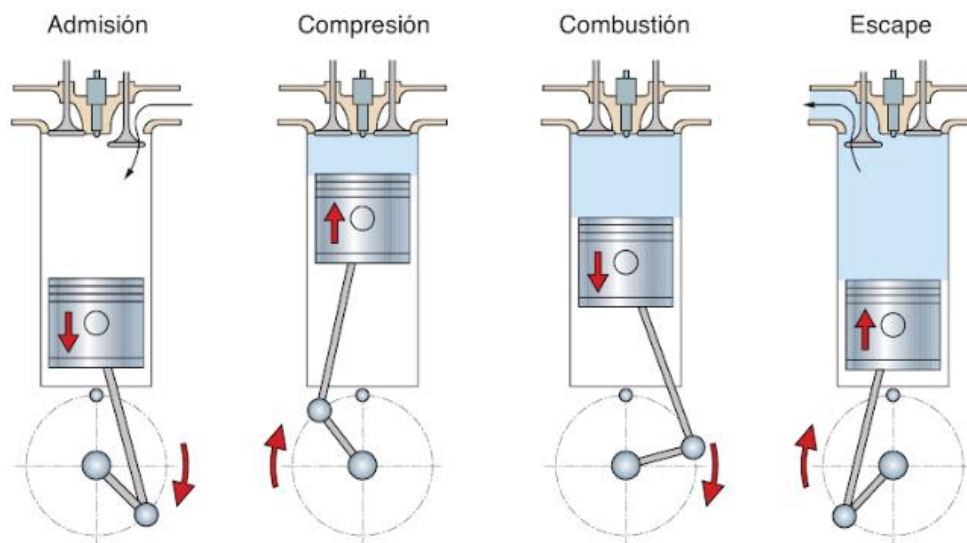


Figura 1.3 Funcionamiento del motor diésel en sus cuatro fases de trabajo
(Pardiñas , 2012, pág. 272)

La Figura 1.3 describe el funcionamiento del ciclo diésel con sus cuatro fases de trabajo del motor que tiene y cómo funcionan.

1.22.3 CICLOS DE TRABAJO DE UN MOTOR DIÉSEL

Se puede decir que el motor diésel trabaja con una aproximación teórica al comportamiento de un motor de encendido por compresión; los ciclos de trabajo se asemejan a los ciclos de un

motor Otto, con la diferencia que carece de bujía para su explosión. Los ciclos de trabajo de un motor diésel son los siguientes:

➤ **ADMISIÓN**

El pistón desciende desde el PMS hacia el PMI, al mismo tiempo la válvula de admisión se abre con la finalidad de ingresar la mayor cantidad de aire a presión atmosférica constante. Compresión: El pistón asciende del PMI al PMS con la válvula de admisión y escape cerradas, en este tiempo se debe recordar que, al no contener aire, ninguna mezcla de combustible se puede comprimir a mayor relación volumétrica, mediante una transformación adiabática.

➤ **COMPRESIÓN**

El pistón asciende del PMI al PMS con la válvula de admisión y escape cerradas, en este tiempo se debe recordar que, al no contener aire, ninguna mezcla de combustible se puede comprimir a mayor relación volumétrica, mediante una transformación adiabática.

➤ **COMBUSTIÓN**

Antes de llegar el pistón al PMS de ciclo de compresión, se inyecta a la cámara de combustión la cantidad necesaria de diésel pulverizado y mediante una reacción exotérmica se genera la cantidad necesaria para empujar el pistón hacia el PMI. Las válvulas de admisión y escape en este ciclo permanecen cerradas.

➤ **ESCAPE**

En este ciclo, la válvula de escape se abre para facilitar la evacuación de los gases que el pistón al ascender va barriendo y expulsando, a llegar el pistón al PMS la válvula de escape se cierra y abre la válvula de admisión completando así un ciclo de trabajo del motor.

1.23 MEZCLAS DE BIODIÉSEL

Dentro de la producción de biodiésel a nivel global se han desarrollado diferentes tipos y muestras los cuales cumplen los reglamentos y especificaciones técnicas según las normativas ambientales, ASTM, INEN e ISO. El presente trabajo toma como referencia los diferentes tipos de mezclas de biodiésel que se estudiará en la ciudad de Ibarra las cuales son:

- **B5:** La relación de mezcla es de 5% de biodiésel y el 95% de diésel fósil. Actualmente es la más común y la máxima autorizada por la regulación europea. La mezcla está legalmente clasificada como combustible diésel, lo que elimina cualquier garantía operacional o potencial que puedan tener los usuarios. De hecho, B5 Biodiesel, cuando se maneja adecuadamente, funcionará igual que el diésel, y el combustible ha sido aprobado para su uso por la mayoría de los fabricantes de automóviles y camiones diésel. En comparación con el diésel de petróleo, el biodiesel es más seguro, biodegradable y produce menos contaminantes del aire que el diésel a base de petróleo.
- **B10:** Sobre estima una combinación del 10% de biodiésel y el 90% de diésel fósil. Este tipo de mezcla es la más empleada en los U.S.A, debido a que el motor no necesita ningún tipo de modificación para su implementación dentro del circuito de inyección.

1.24 ACEITES DEL BIODIÉSEL

Las principales materias primas para la producción de biodiésel convencional mediante la transesterificación son los aceites comestibles y el metanol. Mientras que los insumos del biodiésel avanzado incluye los aceites de cultivos no alimenticios/no comestibles, aceites/grasas residuales y materiales lignocelulósicos denominados fuentes de segunda generación, así como los aceites derivados de microorganismos que se consideran insumos de tercera generación (Sandoval, 2010, pág. 3).

A continuación, se describen brevemente cada uno de estos insumos. El tipo de insumo empleado es relevante porque éste imparte características relacionadas con las propiedades del biodiesel.

1.24.1 ACEITES DE CULTIVOS ALIMENTICIOS

Los aceites comestibles como el de soya, palma, canola, girasol, cártamo, coco y cacahuete se consideran insumos de primera generación por ser los primeros cultivos empleados en la producción del biodiésel. Actualmente la mayor cantidad del biodiésel se produce mediante aceites comestibles como el de soya (Estados Unidos), canola (Europa) y palma (Malasia) (Stoytcheva, 2011, pág. 5).

Las ventajas de los aceites comestibles son su composición pura (reduce su pretratamiento), su disponibilidad a gran escala, su comercialización internacional y posibilidad de ser importados. Las desventajas incluyen su competencia con la producción de alimentos y las preocupaciones por la posible deforestación y cambios de uso de suelo relacionados con el incremento en la producción de aceite vegetal.

En general, el porcentaje de aceite y el rendimiento por hectárea son parámetros importantes al considerar algún insumo como fuente de biodiésel. Asimismo, lo es la extracción del aceite que el contenido en las semillas que se puede realizar de manera mecánica, con solvente o enzimática.

1.24.2 MATERIALES LIGNOCELULÓSICOS

Un insumo alternativo para producir biodiésel avanzado es la biomasa residual que comprende materiales lignocelulósicos como pastos, residuos agroindustriales, residuos forestales y madereros. En general, los materiales lignocelulósicos están más orientados a la producción de biocombustibles sólidos o bioetanol, pero también pueden ser insumo para producir lípidos microbianos. Asimismo, tecnologías distintas a la transesterificación son flexibles y capaces de usar insumos distintos a las grasas y aceites para producir “biodiésel”. A pesar de no ser exactamente una mezcla de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos (biodiésel), el diésel producido por estas tecnologías es una mezcla de hidrocarburos químicamente equivalente al diésel fósil. La ventaja del material lignocelulósico es que es un recurso renovable y relativamente abundante cuyo abastecimiento se puede suplementar con pastos y cultivos forestales de rotación corta. Sin embargo, las desventajas principales se relacionan con los altos

costos y estado de desarrollo de las tecnologías de procesamiento disponibles, es una estructura compleja que contiene polímeros de diferentes azúcares.

1.25 USO DEL BIODIÉSEL

La Comunidad Europea ofrece subvenciones para la plantación de cultivos no alimentarios. En este contexto, la producción de biodiésel a partir del aceite de colza recibe subsidios que viabilizan su explotación. El uso del biodiésel es más difundido en Alemania, donde se utiliza en mezclas o en la forma pura, y en Francia, donde se difunden las mezclas con el diésel mineral. El combustible debe cumplir un conjunto exigente de especificaciones de calidad recogidas en la norma DIN V 51606.

En los Estados Unidos, la utilización del biodiésel es más reciente, a pesar la mayor experiencia del país con los combustibles de la biomasa (alcohol). La materia prima más difundida es el aceite de soja. Argentina viene desarrollando ambicioso programa de utilización de biodiésel, incluyendo varias fábricas y construcción y una operación. La materia prima es, naturalmente, el aceite de soja, por ser el más abundante en ese país. Malasia es otro país que se ha dedicado a desarrollar el biodiésel, pero en ese caso la materia prima elegida fue el aceite de palma.

La producción del biodiésel puede ser conducida de forma artesanal a pequeños volúmenes, mezclando el aceite con el alcohol y el catalizador a la temperatura ambiente y la presión normal. La separación del biodiésel y de la glicerina acuosa es muy simple, ya que se realiza por decantación, ya que el biodiésel presenta menor densidad y que ambas fases no se mezclan. A nivel industrial, el biodiésel puede ser producido por procesos continuos o semicontinuos. La el biodiésel debe someterse a un proceso de lavado (neutralización) y secado antes de su uso.

1.25.1 SUBPRODUCTOS OBTENIDOS

El principal subproducto en la producción de biodiésel es la glicerina, sustancia apreciada por las industrias de plásticos, de lubricantes, de cosméticos, de fármacos y de explosivos. La glicerina es insoluble y m derivados del petróleo, además de ser no tóxica, lo que permite su utilización en la industria de alimentos. El aprovechamiento de la glicerina con la materia prima, junto a diversos ácidos grasos, nuevos horizontes para el desarrollo de la industria química.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ELECCIÓN DE LA PLANTA OLEOGINOSA

Para la elección de la planta se tomó la determinación de elegir la matriz de decisión ya que ayudará a definir lo positivo y lo negativo que tiene de cada planta para su elección, seleccionar la más apta posible, ver las alternativas de cada una.

Ya con esta matriz muestra ver todas las alternativas que tiene cada una de la planta y las más eficiente para nuestro estudio.

2.1.1 MATRIZ DE DECISIÓN

La matriz de decisión que se utilizó es muy útil para seleccionar la oleaginosa más apta de todas para realizar este trabajo, esta matriz de decisión se caracteriza por estar conformada de dos partes:

En la primera parte superior de la matriz se encontrarán los requisitos obligatorios que debe ostentar cada una de las alternativas, estos no deben vulnerar normas, leyes o ciertas reglas vigentes. Si una de las alternativas incumple un requisito obligatorio, esta será eliminada automáticamente y no deberá ser tomada en cuenta en la segunda parte de la matriz de decisión. La segunda parte de la matriz de decisión consta de requisitos deseables, estos deben ser a conveniencia del autor o empresa que está realizando la matriz. Se ordenarán según su importancia y deberán ser calificadas entre Si y No, seleccionando al final la más apta y más importante. En esta parte se debe ser otorgada y entre el resultado obtenido y así se podrá culminar determinando cual es la alternativa más adecuada se muestra en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Matriz de decisión

PLANTAS	SUELO	CLIMA	ALTURA	PLANTA POR HECTÁREA	PRODUCCIÓN DE ACEITE	OLEAGINOSA	COMESTIBLES	NO COMESTIBLES	APTA PARA BIODIÉSEL
Pino	Franco arenoso	Frio	2 000 a 3 000	1 111	Si	Si	No	Si	Si
Pinlo o lechero	Arenosos arcillosos	Frio	2 100	1 200	No	No	No	Si	No
Palo de rosa	Franco arcilloso	Frio	2 500	625	Si	Si	No	Si	No
Cedro	franco arcillosos a franco-arenosos	Frio	2 600	1 200	Si	Si	Si	No	No
Arrayan	Franco arcilloso	Frio	2 900	1 000	Si	Si	No	Si	No
Tilo	Todo tipo de suelo	Frio	2 980	1 100	Si	Si	No	Si	No
Ciprés	Todo tipo de suelo	Frio	2 900	1 100	Si	Si	No	Si	Si
Eucalipto	Franco arcilloso	Frio	2 900	1 200	Si	Si	Si	No	No
Romero	Franco arcilloso	Frio	2 950	40 000	Si	Si	Si	No	No
Manzanilla	Franco arcilloso	Frio	2 960	75 000	Si	Si	Si	No	No
Menta	Franco arcilloso	Frio	2 950	70 000	Si	Si	Si	No	No
Maíz	Arcilloso	Frio	2 960	40 000	Si	Si	Si	No	No

Dado que el aceite de la mayoría de plantas consideradas sirve como productos destinados a la industria alimenticia, serán descartadas automáticamente siguiendo al artículo 413 de la constitución de la República del Ecuador. La finalidad del presente artículo es precautelar el sistema alimentario del país.

Tomando la resolución según la matriz de decisión se eligieron dos muestras para el estudio que son el pino y el ciprés son las únicas plantas que pasan la fase, sin embargo cabe recalcar que tiene propiedades que son muy útiles y se eligió a las dos para el estudio ya que las dos son de clima frío y se puede sacar aceite.

2.2 MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL

La materia prima para la producción de biodiésel incluye aceites vegetales, grasas animales y, más recientemente, otros organismos como micro algas y cianobacterias, las grasas, aceites y ceras naturales son productos naturales que pertenecen al grupo de los compuestos orgánicos denominados lípidos (Tejada Tovar, Tejada Benítez, Villabona Ortiz, & Monroy Rodríguez, 2013, pág. 2).

Estos compuestos se encuentran formando parte de las células y tejidos animales y vegetales, y presentan como propiedad fundamental y diferenciadora su escasa solubilidad en agua, están mayoritariamente constituidos por triglicéridos: tres ácidos grasos se encuentran esterificados en los tres grupos alcohol de una glicerina (San Miguel, & Gutiérrez, 2015, pág. 289).

2.2.1 BIOCOMBUSTIBLE DE ACEITE DE PINO UNA VISIÓN GENERAL

El biocombustible de aceite de pino, una fuente de combustible a partir de biomasa renovable se distingue por el hecho de que la materia prima proviene del bosque y se puede mezclar con combustible diésel a base de petróleo, en lo general el pino se cultiva ampliamente por su corteza, madera, alquitrán y aceite esencial que puede crecer hasta 40 metros, el aceite esencial obtenido del pino se llama aceite de pino, que es de color amarillo pálido y tiene un olor fresco

a bosque. el estimado del nivel global de producción se reportó alrededor de 30 000 toneladas por año de aceite de pino y la demanda para el año de 2022 se pronosticó en 8 53 900 toneladas (Nallusamy, Sendilvelan, Bhaskar, & Manikanda Prabu, 2017, pág. 847).

Típicamente, existen tres variedades diferentes de aceite de pino conocidas como goma, madera y aceite de pino sulfatado, cada una producida a partir de diferentes partes de un árbol de pino y tiene sus propias distinciones, entre las tres categorías, el aceite de pino de goma es de gran importancia y la materia prima utilizada para su síntesis se llama oleorresina de pino, parece que un pino puede suministrar un promedio de 2,75 kg de oleorresina de pino que contiene alrededor del 20% de trementina y el 65% de la colofonia y la trementina presentes en ella se procesan para producir aceite de pino.

2.2.2 ACEITE DE PINO

La materia prima para producir aceite de pino es la oleorresina recolectada por separado del árbol de pino mediante tambores. Para empezar, las oleorresinas se lavan primero y se colocan en un reactor, rodeado de Bobinas cilíndricas, lo que facilita el suministro de vapor caliente.

Tras el paso del vapor, las oleorresinas son separados en vapores de resina y trementina, estos últimos se envían a un condensador y trementina líquida recogido. La trementina en sí misma es bioaceite, que contiene compuestos de fracción de bajo punto de ebullición, como el α -pineno y el β -pineno como sus principales constituyentes, después de la separación de los compuestos de fracción de bajo punto de ebullición de En las oleorresinas, la colofonia se deja como residuo, que tiene las características del alcanfor Sintetizar. El aceite de pino, la trementina se deja reaccionar con el ácido orto-fosfórico y al final de la reacción; el aceite de pino Se recoge como aceite esencial y se muestra el aceite de pino preparado con mezcla de diésel (Nallusamy, Sendilvelan, Bhaskar, & Manikanda Prabu, 2017, pág. 874).

2.2.3 ACEITE DE CIPRÉS

Se obtiene biomasa de madera ciprés, el análisis de la composición de la biomasa como la lignina, celulosa, hemicelulosa de biomasa de madera blanda. La composición de biomasa de madera se analizó la celulosa y se desprende de los datos que es rico en lignina y cereza. La lignina es cada 3 veces mayor en la biomasa de ciprés (madera blanda), en la composición de hidrocarburos líquidos como la composición de biomasa de madera blanda y duro en lignina la biomasa de madera blanda contiene un mayor contenido de lignina de la biomasa de madera dura. La biomasa de celulosa rica madera de cerezo produce una mayor proporción de ácido acético de ciprés (Bhaskar, Sera, Muto, & Sakata, 2007, pág. 3).

2.3 HIDRÓXIDO DE SODIO

Este compuesto químico es más conocido como soda cáustica, la cual tiene un color blanco característico y se lo encuentra en forma sólida (perlada o granulada). Esta tiene la propiedad de absorber la humedad del aire, haciéndolo a este compuesto muy corrosivo, su fórmula química es (NaOH), también conocido como sosa cáustica es un sólido blanco cristalino sin olor; higroscópico (Altamirano, 2017, pág. 18).

El uso de este compuesto es principalmente utilizado para romper las cadenas grasas del aceite de higuera dentro de la reacción química llamada transesterificación, el hidróxido de sodio se utiliza para la fabricación de muchos productos que usamos a diario como por ejemplo es el papel, aluminio, jabones y detergentes, tomando en cuenta también que se usa para la medicina como analgésicos comunes como una aspirina y medicamentos para el colesterol alto (Moreno, 2018, pág. 56).

2.3.1 METANOL

Es el compuesto que se va a combinar con el hidróxido de sodio para obtener el monóxido de sodio el cual nos permitirá hacer una correcta reacción química que nos permitirá realizar el

desplazamiento de alcohol a partir de un éster por otro alcohol dentro del proceso de esterificación. La fórmula química de este elemento es CH_3OH , este elemento hay que utilizarlo con cuidado, ya que presenta una alta toxicidad si es ingerido, también puede presentar irritaciones si este es inhalado, el metanol es muy utilizado para la elaboración de combustibles para vehículos (Stratta, 2000, pág. 38).

En la fabricación del metanol, el producto a la salida de la planta, puede ser incrementado en un 50% si pequeñas cantidades de otros alcoholes pueden ser tolerados en el producto. Tal mezcla es llamada combustible metílico, y contiene más energía que el metanol puro debido a la presencia de etanol, propanol e isobutanol. Puede ser producido en grandes cantidades a un menor costo que el metanol puro, y en general, tiene mejores propiedades como combustible. Aunque el metanol no es el combustible más barato, sus propiedades lo hacen competitivo con los otros combustibles (Leiva Bautista, 2011, pág. 12).

2.4 REACTOR

El reactor químico en donde se procede a realizar la mezcla entre las materias primas, en el cual se someten a los parámetros de temperatura, presión, caudal. En este se realiza toda la reacción que se necesita para la obtención del biocombustible. Para la elaboración de biodiésel se puede utilizar un reactor discontinuo o continuo.

2.4.1 REACTOR DISCONTINUO O PROCESO DISCONTINUO

Este es el proceso más simple para la elaboración de biodiésel (Fernandez, 2010, pág. 34). Los reactores cuentan con agitación, donde el reactor por lo general esta sellado. Las condiciones de operación más empleadas son a temperaturas que oscilan entre 25°C a 85°C , el catalizador más empleado en este proceso es el NaOH o el KOH , dependiendo del catalizador, es necesario realizar agitaciones rápidas para una correcta mezcla en el reactor entre el aceite, el catalizador y el alcohol (Fernandez, 2010, pág. 35).

Antes de finalizar el proceso de producción de biodiésel la agitación debe ser más lenta con el fin de separar el glicerol, el rendimiento de este proceso varía entre 85% y 94% de producto.

2.4.2 REACTOR CONTINUO O PROCESO CONTINUO

Es una variación del proceso discontinuo, con el fin de elevar la producción, como su nombre mismo lo indica este reactor trabaja de forma continua, cuenta con dos depósitos grandes los cuales contienen la suficiente materia prima para elaborar el producto durante mucho tiempo, estos depósitos se pueden reabastecer cada vez que lleguen a cierto nivel, sin necesidad de parar el reactor, con este tipo de proceso se puede alcanzar un rendimiento de 98%.

2.5 FABRICACIÓN DE BIODIÉSEL

Existen varias tecnologías para la producción del biodiesel. Los aceites de origen vegetal y grasas animales son las materias primas apropiadas para ser sometidas a procesos de transformación química, que permiten reducir su viscosidad y obtener un producto con propiedades adecuadas para ser utilizado como combustible en motores de combustión interna a diésel. Existen muchos procedimientos para realizar esta conversión, entre ellos se destacan: El uso directo de aceites vegetales con mezclas de diésel fósil, micro emulsión, pirolisis de aceites vegetales y transesterificación de aceites vegetales.

2.5.1 USO DIRECTO Y MEZCLAS DE ACEITES VEGETALES.

El uso de aceites vegetales como combustibles alternativos ha sido utilizado desde el año 1900, cuando el inventor de motor a diésel Rudolph Diésel, probó por primera vez el aceite de maní en un motor de compresión. Las experiencias de uso directo de aceites vegetales y/o en mezclas con sus referentes fósiles han sido poco exitosas, dado que el principal problema radica en la alta viscosidad de los aceites vegetales (oscila entre 35cP y 40cP medida a 40°C), lo cual dificulta la atomización del combustible y por tanto la inyección de combustibles se ve

comprometida. Otros 24 factores presentes que podrían limitar el uso directo como combustible son los siguientes: Alto contenido de ácidos grasos libres, posible formación de gomas debido a la oxidación y a la polimerización durante almacenamiento y la posible formación de carbón, entre otras (Rincón & Silva, 2014, pág. 235).

2.6 TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITES

La tecnología más común para la producción de biodiesel es la transesterificación de aceites vegetales (triglicéridos) en presencia de un alcohol y un catalizador. Como producto principal se obtiene el biodiesel (etil ésteres de ácidos grasos, FAEE) FAME para ésteres de alcohol metílico y la glicerina como subproducto. Generalmente, el alcohol y los triglicéridos no son miscibles para formar una sola fase de mezcla. Por lo tanto, existe una mínima superficie de contacto entre estos dos componentes, lo cual conduce a una reacción de transesterificación bastante lenta. La utilización de catalizadores permite mitigar este inconveniente mejorando el área de contacto entre las fases reactantes, por consiguiente, las velocidades de reacción y rendimiento a biodiesel se ven favorecidos. (Rincón & Silva, 2014, pág. 237).

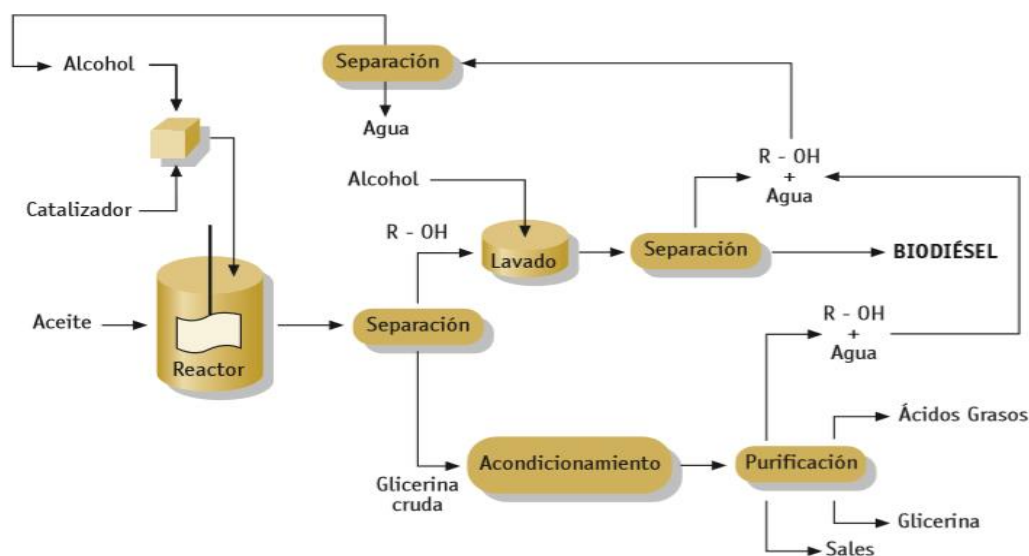


Figura 2.1 Proceso de transesterificación
(García Camús & García Laborda, 2007, pág. 51)

En la Figura 2.1 se muestra el proceso de transesterificación de forma genérica un diagrama de bloques de un proceso en discontinuo la concentración y tipo de catalizador, la intensidad del mezclado y el tipo de materia prima.

2.6.1 CATÁLISIS HOMOGÉNEA

La transesterificación es una reacción reversible y procede esencialmente de una mezcla de reactantes en los que el catalizador es un líquido ácido o básico (Naik, Goud, Rout, & Dalai, 2010, pág. 6).

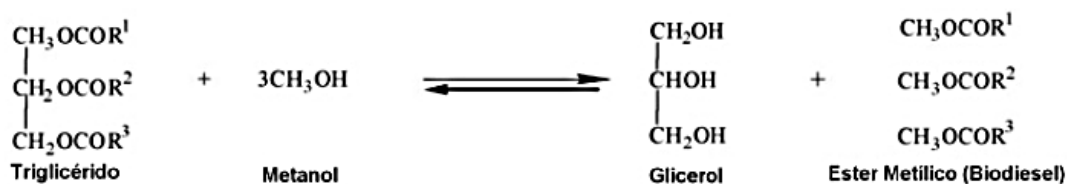


Figura 2.2 Proceso de alcoholisis en la transesterificación
(Naik, Goud, Rout, & Dalai, 2010, pág. 6)

En la Figura 2.2 muestra del proceso que se hace en la catálisis homogénea.

2.6.2 CATÁLISIS HETEROGÉNEA

Cuando se dispone de un aceite vegetal o animal con un alto contenido de ácido graso (FFA), no es recomendable llevar a cabo el proceso de transesterificación usando un catalizador básico, ya que reduce la conversión del aceite, debido a la reacción de saponificación se recomienda el uso de catalizadores ácidos sólidos cuando existe un alto contenido de ácidos grasos libres en el aceite, esto se debe a que los catalizadores ácidos sólidos pueden al mismo tiempo catalizar la transesterificación de los triglicéridos y la esterificación de FFA presentes en el aceite (Naik, Goud, Rout, & Dalai, 2010, pág. 7).

Los catalizadores ácidos sólidos tienen el potencial de reemplazar a los catalizadores homogéneos, eliminando la separación, y los problemas de corrosión el ácido sólido cataliza la producción de biodiesel por simultáneo. Esterificación y transesterificación de aceites de baja calidad que contienen (Kulkarni, Gopinath, Meher, & Dalai, 2006, pág. 4).

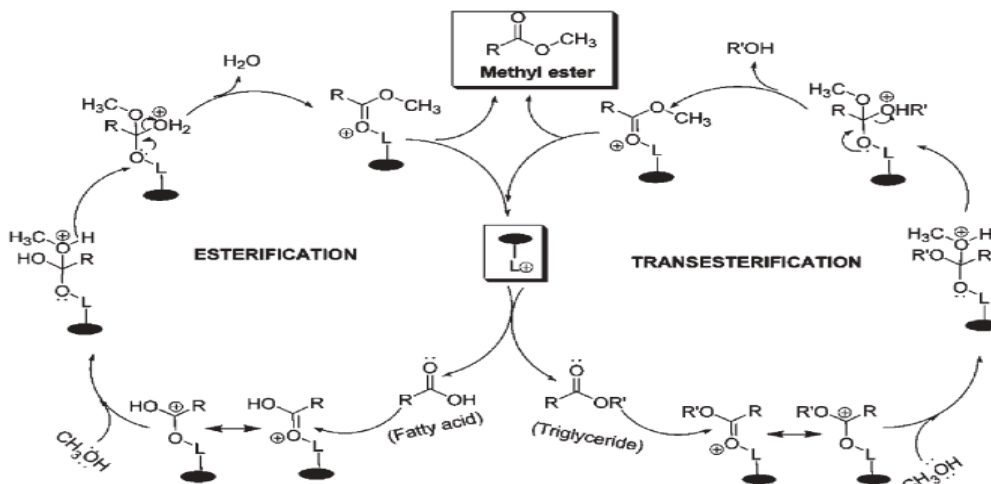


Figura 2.3 Reacciones simultáneas con un catalizador ácido sólido.
(Kulkarni, Gopinath, Meher, & Dalai, 2006, pág. 7).

En la Figura 2.3 Reacciones de esterificación y transesterificación el mecanismo puede ser extendido a tri- y di-glicérido es bien sabido que es una reacción por etapas, en la reacción secuencia el triglicérido se convierte paso a paso en di- y monoglicérido y finalmente glicerol.

2.7 BIODIESEL ALTERNATIVA DE COMBUSTIBLE

El biodiesel es una alternativa de combustible más limpio en comparación con los derivados del petróleo, caso del combustible diésel. Algunos estándares de biodiesel son: ASTM D6751 (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM) y la Norma Europea EN 14214.

La norma ASTM D6751 es de Estados Unidos y ha sido implementada en varios países alrededor del mundo. Las especificaciones ASTM define al biodiesel como un combustible compuesto de ésteres mono-alquílicos de ácidos grasos de cadena larga, derivado de aceites

vegetales o grasas animales. Además, la especificación ASTM es para el biodiesel que será utilizado para mezclas con biodiesel de origen fósil en proporción de 20% o menos, y no se la debe considerar como especificación de biodiesel puro (B100) que pueda ser comercializado como combustible en sí mismo (Ganduglia, 2009, pág. 8). La norma ASTM termina siendo un juego de normas más sólidas y más neutrales en cuanto al comercio que las que pueda ver en otras organizaciones normativas. Cuando la gente contempla una norma de la ASTM, sabe que es sólida — es el patrón oro para los combustibles en todo el mundo (Kessel, 2009, pág. 45).

Propiedad	Diésel	Biodiesel
Norma	ASTM D 975	ASTM D 6751
Composición	HC (C ₁₀ -C ₂₁)	FAME (C ₁₂ -C ₂₂)
Viscosidad cinemática (mm ² /s a 313°K)	1,9 - 4,	1,9 - 6,0
Gravedad específica (g/ml)	0.85	0,88
Punto de ignición (°K)	333 - 353	373 - 443
Punto nube (°K)	258 - 278	270 - 285
Punto de fluidez	238 -258	258 - 289
Humedad (% vol.)	0.05	0.05
Carbón (% peso)	87	77
Hidrógeno (% peso)	13	12
Oxígeno (% peso)	0	11
Azúfre (% peso)	0,05	0,05
Número de cetano	40-45	48 -60

Figura 2.4 Normas ASTM cantidades máximas permitidas en diésel y biodiésel
(Rincón & Silva, 2014, pág. 82).

En la Figura 2.4 muestra un comparativo de algunas propiedades fisicoquímicas más relevantes del biodiesel y diésel fósil como dos de los principales combustibles del transporte.

2.8 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Es imprescindible incluir este tipo de investigación para el desarrollo de este trabajo, debido al trabajo de realización de encuestas, además de describir los procesos de experimentación ejecutado.

2.8.1 ENCUESTA

Se llevan a cabo cuando se desea encontrar la solución de los problemas que surgen en organizaciones educativas, gubernamentales, industriales o políticas. Se efectúan minuciosas descripciones de los fenómenos a estudiar, a fin de justificar las disposiciones y prácticas vigentes o elaborar planes más inteligentes que permitan mejorarlas. Su objetivo no es sólo determinar el estado de los fenómenos o problemas analizados, sino también en comparar la situación existente con las pautas aceptadas. El alcance de estos estudios varía considerablemente; pueden circunscribirse a una nación, región, Estado, sistema escolar de una ciudad o alguna otra unidad. Los datos pueden extraerse a partir de toda la población o de una muestra cuidadosamente seleccionada. La información recogida puede referirse a un gran número de factores relacionados con el fenómeno o sólo a unos pocos aspectos recogidos. Su alcance y profundidad dependen de la naturaleza del problema.

2.9 MÉTODOS

Los datos descriptivos se expresan en métodos cualitativos y cuantitativos se va utilizar uno de ellos o ambos a la vez.

2.9.1 MÉTODO CUALITATIVO

Se usan en estudios cuyo objetivo es examinar la naturaleza general de los fenómenos. Los estudios cualitativos proporcionan una gran cantidad de información valiosa, pero poseen un limitado grado de precisión, porque emplean términos cuyo significado varía para las diferentes personas, épocas y contextos, los estudios cualitativos contribuyen a identificar los factores importantes que deben ser medidos.

2.9.2 MÉTODO CUANTITATIVO

Los símbolos numéricos que se utilizan para la exposición de los datos provienen de un cálculo o medición, se pueden medir las diferentes unidades, elementos o categorías identificables.

2.10 PROCESO DE ELABOLACIÓN DEL BIODIÉSEL

En la Tabla 2.2 para la elaboración del biodiésel se tomó en cuenta los materiales para su elaboración y lo necesario para cada uno de los biocombustibles.

Tabla 2.2 Proporciones para elaborar el biodiésel

BIODIÉSEL DE PINO		
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
Aceite de Pino	10	Litros
Alcohol metanol	2	Litros
Hidróxido de sodio	50	Gramos
BIODIÉSEL DE CIPRÉS		
Aceite de Ciprés	10	Litros
Alcohol metanol	2	Litros
Hidróxido de sodio	50	Gramos

2.10.1 REACTOR QUÍMICO

Se utilizó el reactor discontinuo para la elaboración del biodiesel, creación de sustancias a grandes escalas con el cual se caracteriza por tener un lapso en el que no se puede retirar ni agregar material mediante su proceso de elaboración ya encendido, este reactor se puede manipular a varias temperaturas y presiones en su interior de los tanques, a continuación se descarga los productos de la reacción por medio de una llave de paso que se encuentra en la parte inferior del tanque del reactor.



Figura 2.5 Reactor químico

La Figura 2.5 muestra el reactor de tres depósitos de la Universidad Técnica del Norte, produce una agitación o movimiento de temperatura controlada para que el aceite se precaliente hasta que los reactantes se disuelven en los tanques y así logrando alcanzar conversiones aceptables.

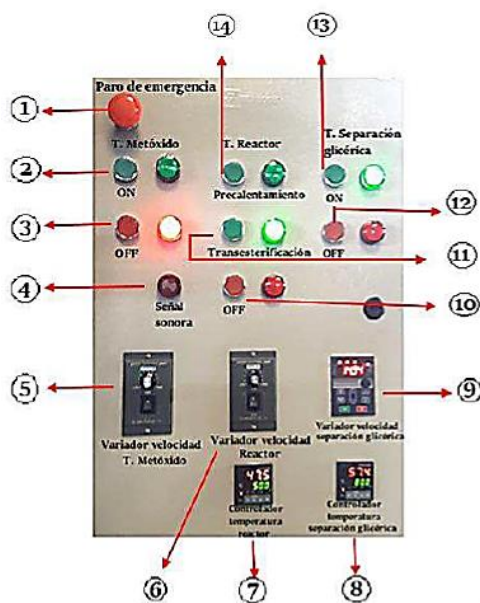


Figura 2.6 Tablero de control

En la Figura 2.6 indica cómo está constituido el tablero de control del reactor que contiene componentes eléctricos y electrónicos los cuales facilitarán las operaciones y control de las diferentes variables como; temperatura, velocidad y tiempo de agitación, que se presentan en el proceso de producción de biodiésel, las mismas que se llevarán a cabo en el tanque de metóxido, reactor y tanque de separación glicérica, lavado.

Se detalla el boton de cada uno que sen encuentra en el tablero acontinuacion:

1. Pulsador paro de emergencia.
2. Inicio de agitación del tanque de metóxido.
3. Fin de agitación tanque de metóxido.
4. Señal acústica y sonora.
5. Variador de frecuencia para el motor de 25 W.
6. Variador de frecuencia para el motor de 60 W.
7. Controlador de temperatura para el reactor.
8. Controlador de temperatura para el tanque de separación glicérica.
9. Variador de frecuencia para el motor de 373 W.
10. Fin de agitación reactor.
11. Inicio transesterificación.
12. Fin de agitación en el tanque de separación glicérica.
13. Inicio de agitación en el tanque de separación glicérica.
14. Inicio de agitación reactor.

2.10.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL BIODIÉSEL INICIANDO

La primera mezcla en el tanque del reactor se describe a continuación:

- Se oprime el botón inicio de agitación del tanque con una velocidad media.
- Se introduce los dos litros de metanol.
- Se agrega los 50 gramos de hidróxido de sodio (NaOH).
- Activamos el temporizador por 20 minutos para que se mezcle en su totalidad.



Figura 2.7 Mezcla en el tanque

En la Figura 2.7 se ve la mezcla del metanol con el hidróxido del sodio.

Continuando con el procedimiento colocamos en el aceite en el segundo tanque siguiendo las instrucciones:

- Se coloca en el reactor los 10 litros de aceite de ciprés.
- A una temperatura de 30°C, por 30 minutos dejar que el aceite se precaliente.
- Dejar pasar la mezcla de metanol e hidróxido de sodio.
- Subir la temperatura a 50°C, dejar por tres horas para su mezcla.



Figura 2.0.8 Mezcla del tanque 1 al 2

En la Figura 2.8 muestra la mezcla del aceite de ciprés con el metanol y el hidróxido de sodio.

Con el aceite de pino se hace las mismas instrucciones que con el aceite de ciprés.



Figura 2.9 Mezcla del aceite

La Figura 2.9 muestra el proceso de la transesterificación completa.

Concluidas las tres horas se debe extraer el biodiésel del reactor y dejar reposar la mezcla para que se pueda separar el biodiésel de la glicerina; la separación de la glicerina puede tardar alrededor de ocho a quince días (Ramos, 2016, pág. 74).



Figura 2.10 Extracción del biodiésel

La Figura 2.10 indica la extracción del biodiésel del reactor para su pronta separación de la glicerina.



Figura 2.11 Biodiésel en dos capas

Como se observa en la Figura 2.11 una vez realizada la separación de la glicerina del biocombustible se debe separar en envases diferentes, y empezar con el proceso de lavado del biocombustible.

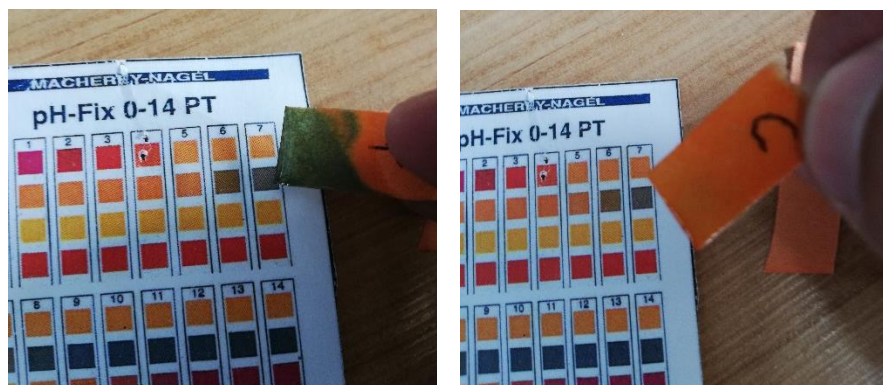


Figura 2.12 Revision del pH

En la Figura 2.12 examina el pH de cada uno de los biodiésel de pino y de ciprés, estan en su punto neutro, ya que deben tener un pH de 7 a 7.5 (Ramos, 2016, pág. 74).

La Tabla 2.3 muestra el tipo de preparación del biodiésel B5 se debe de mezclar 5% en volumen de aceite de pino y ciprés, obtenido del proceso anterior con 95% de diésel Premium.

Tabla 2.3 Medición para la mezcla biodiésel B5

	BIODIÉSEL	DIÉSEL	TOTAL
Biodiésel pino	50 ml	950 ml	1000 ml
Biodiésel ciprés	50 ml	950 ml	1000 ml

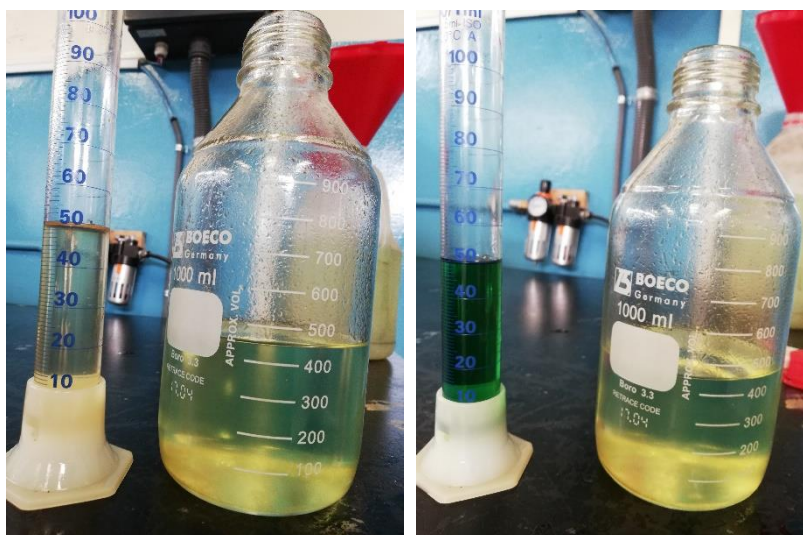


Figura 2.13 Biodiésel y diésel

En la Figura 2.13 se observa los instrumentos de medición de una probeta y un frasco, que se utilizó para el biodiésel y el diésel para su mezcla B5.

2.11 CERTIFICACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES

Para la realización de las pruebas los combustibles deben cumplir con una serie de características.

En la Universidad Central del Ecuador en la Facultad de Ingeniería Química se obtuvo las pruebas fisicoquímicas con los resultados obtenidos del análisis de la caracterización de cada una de las muestras que se indica en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Caracterización del B5 Pino y B5 Ciprés

PROPIEDADES	B5 PINO		B5 CIPRÉS		DIÉSEL	
	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
Densidad	g/ccm	0.8495	g/ccm	0.8456	g/cm ³	0,832
Número de Cetano	%	45,9	%	48,6	%	40-45
Índice de Cetano	%	45,0	%	52,0	%	45
Aromáticos	%	11,0	%	20,3	%	17
FAME	%	0	%	0,12	%	7
Temperatura 90	°C	361,0	°C	350,0	°C	360

Los valores del análisis de la caracterización se comparan en los tres combustibles que cumplen con los valores de la norma y los requerimientos, los cetanos y los aromáticos vamos hablar de cada uno de ellos a continuación:

- El número de Cetano de los tres combustibles es el adecuado para la ignición de combustible y a la hora del retardo de encendido sea el más corto.
- El índice de Cetano del diésel y del biodiesel B5 de pino los tienen el mismo valor de 45 en cambio en el biodiésel B5 de Ciprés hay un aumento de 7% ya que tiene más átomos de oxígeno índice de Cetano más alto.
- Aromáticos en el B5 de pino hay un 11% en el B5 de Ciprés tiene un 20,3% y en de diésel un 17% según la Norma EURO III la cual especifica el valor permitido de

aromáticos que es de 11% de humo de escape y el que acepta esta norma es el de B5 de Pino por dar menor humos de escape.

- En la calidad y rendimiento influye FAME (ésteres metílicos de ácidos grasos), como máximo pueden tener un 7% entre los biocombustibles tienen un 98% de efectividad para su rendimiento y el diésel esta es su punto de FAME.

2.12 BANCO MOTOR

El banco motor debe estar en óptimas condiciones para obtener resultados satisfactorios, se realiza con la finalidad de contar con información sobre los resultados que se obtienen luego de cada una de las pruebas.

En la Tabla 2.5 el banco motor utilizado es de la Universidad Técnica del Norte se observa las características del motor.

Tabla 2.5 Especificaciones técnicas del motor

Motor	5 600 CC
Tipo de motor	Cuatro tiempos diésel
Velocidad máxima	2 800 RPM
Relación de compresión	20:1
Potencia	180 HP
Numero de cilindros	Seis en línea, vertical
Tipo de combustión	Inyección directa
Torque	610 N.m./1 800 RPM

Fuente: (COFRE GUANOLUISA, 2006, pág. 73)



Figura 2.14 Motor Hino 205

En la Figura 2.14 el motor utilizado para esta investigación fue un motor de la marca Hino 205.

2.13 OPACÍMETRO

Es un instrumento de medición destinado a medir la opacidad, expresada por medio de un resultado de los gases de escape del motor, el Hollín es la principal emisión contaminante de los motores Diésel, y el nivel de emisión de este se mide, es un equipo diseñado para estimar la cantidad del hollín que emiten los motores Diésel (Escobar Cervantes, 2015, pág. 51).



Figura 2.15 Partes del opacímetro
(BEE, 1999, pág. 15).

En la Figura 2.15 muestra al opacímetro Brain Bee OPA-100 con sus entradas de conexión en el panel delantero y posterior con sus nombres.

2.13.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

En la Tabla 2.6 indica las características técnicas que tiene el opacímetro Brain Bee OPA-100.

Tabla 2.6 Características técnicas

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	MEDIDA
Opacidad	%	0 - 99,9
Opacidad	m^{-1}	0 - 99,9
Cuenta revoluciones	rpm	300 – 9990
Temperatura de aceite	°C	20 – 150
Temperatura de humo	°C	20 – 400

Fuente: (BEE, 1999, pág. 17).

Hay otras características técnicas del opacímetro son las siguientes:

- Fuente luminosa de diodo LED verde.
- Receptor de luz de fotodiodo.
- Control automático presión cámara de medición.
- Estabilización temperatura cámara de medición a 90°C.
- Control automático sistema limpieza cristales.
- Estabilización temperatura ambiente interna opacímetro.
- Calibrado automático.
- Autocero automático.
- Tiempo de calentamiento a 20°C - 5 minutos.
- Control automático cristales sucios.
- Recepción impulsos cuentarrevoluciones por cable o por radio sin cables.
- Entrada temperatura aceite PT100 o por radio sin cables.

- Conexión serial RS 232.
- Conexión serial en red 485.
- Alimentación 12 Voltios CC.
- Consumo 1A CC, 5A CC con calentamiento encendido.
- Temperatura de funcionamiento de 5 a 40°C.
- Dimensión 200 x140 x 430 mm.
- Peso 5 Kg.

2.14 CUENTARREVOLUCIONES MGT-300 DE BRAIN BEE.

El equipo cuentarrevoluciones MGT-300 es un equipo con diferentes modos de operación ya sea para todo tipo de motores, este es un equipo de medición que cumple la función de medir el régimen de giro de los vehículos únicamente conectando a la batería.



Figura 2.16 Cuentarrevoluciones MGT-300

En la Figura 2.16 se muestra el cuentarrevoluciones MGT-300 que es el complemento del opacímetro, se alimenta con conexión a la batería y consta de un sensor de detonación conectado por medio de un imán a la culata del motor, que están conectados inalámbricamente y trabajan en simultaneo.

2.15 SOFTWARE OMNI BUS 800

Es un software de mediciones automotrices de la marca italiana Brain Bee que trabaja juntamente con el opacímetro y otros dispositivos de la misma marca, en el que existe varias modalidades de uso como análisis de gases de escape, análisis de opacidad de los gases, osciloscopio (Godoy, 2018, pág. 64).



Figura 2.17 Software Omni BUS 800

En la Figura 2.17 indica las pruebas que tiene el software, continuando para la prueba de opacidad se elige el análisis de opacidad F2.



Figura 2.18 Software Omni Bus 800 en modalidad de opacímetro

En la Figura 2.18 en el software Omni BUS 800 para realizar el análisis de opacidad se puede encontrar dos tipos de pruebas; la prueba continua y el Test Oficial, ya sea para mediciones con picos realizadas libremente o la prueba oficial para cumplir normas de control.

Se eligió el Test Oficial ya que esta prueba es más estricta, ya que se basa al control de emisiones determinadas por el país máximos determinados en valores de opacidad en porcentaje.

Figura 2.19 Formulario de llenado de los datos del vehículo

En la Figura 2.19 solicita llenar datos de cada vehículo que se vaya hacer las pruebas para determinar los límites oficiales de cada motor según su año de fabricación, el modelo y año de construcción.

Figura 2.20 Limites oficiales

La Figura 2.20 consta de límite de temperatura que debe tener el motor, límites de opacidad, el número de repeticiones de las pruebas, el régimen en ralentí y acelerado, régimen máximo.

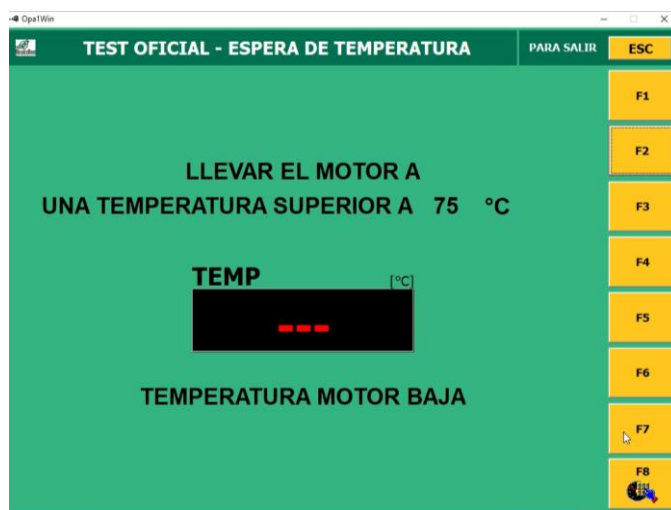


Figura 2.21 Temperatura del motor

En la Figura 2.21 el motor debe de cumplir con la temperatura establecida mínima de 75 °C al ser la temperatura mayor, el programa automáticamente pasa a la siguiente etapa para poder iniciar las pruebas de opacidad.

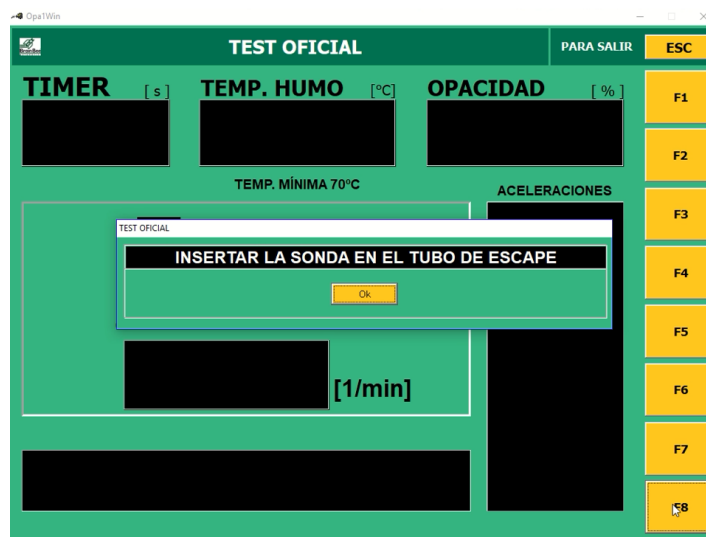


Figura 2.22 Colocación de la sonda en el tubo de escape

La Figura 2.22 el opacímetro automáticamente realiza el auto cero del programa para iniciar las pruebas, por lo que es recomendable tapar la punta de la sonda con el dedo para evitar que se encere erróneamente y de esta manera, nos avisa el momento que se debe insertar la sonda en el tubo de escape.



Figura 2.23 Prueba de opacidad

En la Figura 2.23 el opacímetro está listo para comenzar a realizar las mediciones, que las ejecuta automáticamente, nos solicita un tiempo de espera de 5 segundos en cada intervalo de aceleración, el modo correcto del test es indispensable respetar las indicaciones de la pantalla, deberemos acelerar en modo progresivamente cuando aparece el mensaje "acelerado" hasta la indicación de "esperar", indicando el momento preciso, para llegar a las revoluciones tanto en ralentí como a régimen máximo, el software determina 5 pruebas en las cuales se realiza y el mismo lo calcula.


		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO : OPA-100 Número de Serie : 050407000314 Número de Homologación : OM002930NET Fecha vencimiento calibración : 01/03/2019		TACÓMETRO Número de Serie : Número de Homologación : Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
ADDRESS		NAME	
ZIP - CITY		TELEPHONE	
		FAX - EMAIL	
DATOS DEL VEHICULO			
Placa	: UTH2019	Odómetro	:
Marca	: HINO	Año de Constitución	: 1999
Modelo	: FD		
No. Chasis	:		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor	: 75 [°C]	Diferencia opacidad	: 10 [%]
		Opacidad	: 60 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor	:	RBS [°C]	
		Rpo opacidad	RPM ralentí
		[%]	[1/min]
Aceleración 1	:	3.6 *	780
Aceleración 2	:	8.7 *	840
Aceleración 3	:	10.4 *	850
Aceleración 4	:	7.9 *	960
Aceleración 5	:	9.2 *	920
			1950
			1700
			1550
			1380
			2140
RESULTADO DEL TEST : APROBADO SIN FALTAS			
Valor diferencia de la opacidad	:	7.2	
Valor promedio de la opacidad	:	6.8	
Fecha y hora de inicio prueba	:	17/07/2019 11:42:18	
Fecha y hora de termine prueba	:	17/07/2019 11:44:30	
Examinador	:	OPERATOR	

Figura 2.24 Informe de resultados

En la Figura 2.24 nos muestra el informe después de la prueba del opacímetro con su análisis para el control de emisiones al momento de realizar la revisión vehicular, estos documentos certificados son importantes.

2.16 PRUEBAS DE OPACIDAD

Al realizar las pruebas de opacidad se debe conectar la sonda al tubo de escape con el motor encendido en ralentí y a diferentes revoluciones que va arrojar los porcentajes de opacidad, ya que las cinco aceleraciones dos son en ralentí, una en corte, otra a media aceleración y la última aceleración fuerte.



Figura 2.25 Equipos conectados y listos para la medición

La Figura 2.25 están los equipos listos para hacer las diferentes pruebas de opacidad, se utiliza una sonda que es introducida a la salida del escape se encuentra conectada a la cámara de medición, los gases producidos por la combustión ingresan por la sonda que conecta a la manguera enlaza al analizador de gases que a través de un sensor mide la intensidad de luz o llamada también turbiedad, el analizador calcula la densidad de las partículas y da como resultado el porcentaje de opacidad.

2.16.1 PRUEBA CON DIÉSEL PREMIUM

El banco motor se encuentra a una temperatura optima de 85°C y los equipos conectados se empieza a realizar las mediciones, como se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Resultados de las pruebas de opacidad del diésel

ACELERACIÓN	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
1	3,6	8,1	8,4	4,5
2	8,7	8,5	9,6	6,5
3	10,4	9,9	9,1	7,3
4	7,9	10	11,9	8,7
5	3,2	8,1	2,1	8,5
Promedio	6,8	8,9	8,2	7,1
Total	7,8			

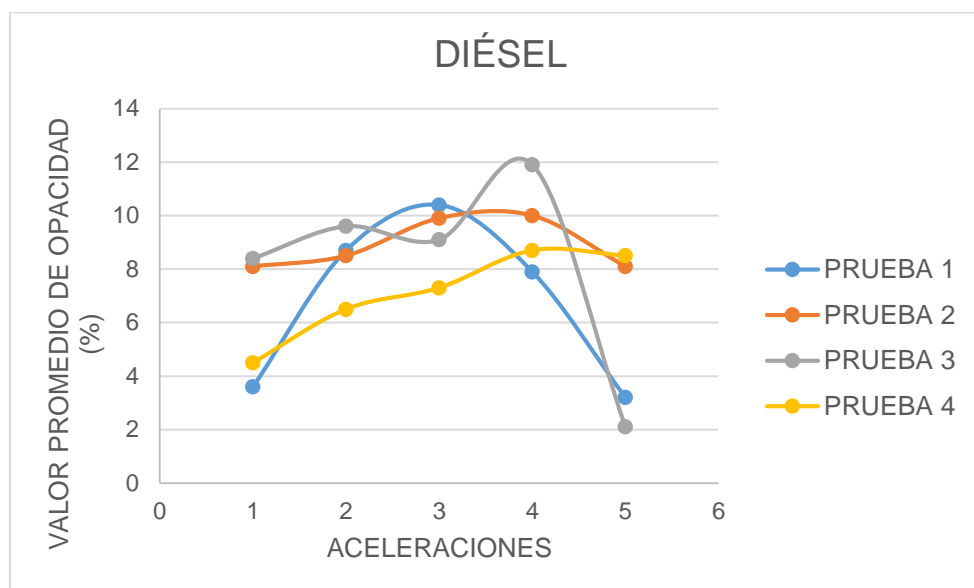


Figura 2.26 Diagrama de promedio de opacidad del diésel

En la Figura 2.26 muestra el diagrama del porcentaje de opacidad con cinco aceleraciones con cuatro pruebas, se observa que con cada prueba y aceleración progresivamente varia donde se encuentran los valores, el promedio es de 7 y 10% de opacidad.

2.16.2 PRUEBA DE OPACIDAD CON BIODIÉSEL B5 DE PINO

Finalizada la prueba se realiza un purgado total y un cambio de filtro de combustible, se realizó 4 pruebas cada con 5 aceleraciones para la prueba de opacidad del biodiésel B5 de Pino.

En la Tabla 2.8 se muestra las pruebas con las aceleraciones del biodiésel de Pino.

Tabla 2.8 Pruebas de opacidad con B5 de Pino

ACELERACIÓN	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
1	1,8	7,8	7,1	2,9
2	7	0,9	5,4	6
3	2	8,1	3,9	3,7
4	2,4	6,3	5,8	5
5	1,8	5,5	5,5	4,9
Promedio	3	5,7	5,5	4,5
Total	4,7			

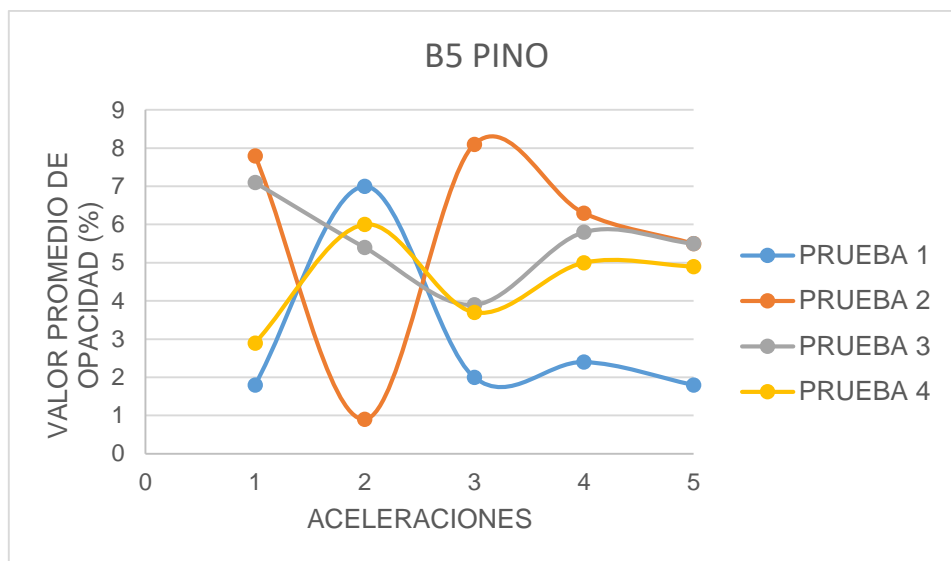


Figura 2.27 Diagrama promedio de opacidad del B5 pino

En la Figura 2.27 indica las pruebas de opacidad con el B5 de pino realizado con el test oficial, los resultados en que se encuentra el biodiésel B5 de Pino es de 2 y de 6% de opacidad.

2.16.3 PRUEBA DE OPACIDAD CON BIODIÉSEL B5 DE CIPRÉS

Continuando con la prueba del B5 de Ciprés es necesario sustituir el filtro de combustible para que no se mezcle con la anterior biodiésel y evitar una contaminación, se continua con una purgación en la alimentación de combustible.

En la Tabla 2.9 se observa los porcentajes de opacidad del biodiésel B5 Ciprés.

Tabla 2.9 Pruebas de opacidad con B5 de Ciprés

ACELERACIÓN	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
1	7,1	9,6	13,2	14,3
2	7,7	11,2	7,9	6,3
3	2,8	13,9	9,2	9,6
4	6,2	11,4	8,8	9,6
5	7,9	11,8	7,9	6,1
Promedio	6,3	11,6	9,4	9,2
Total	9,1			

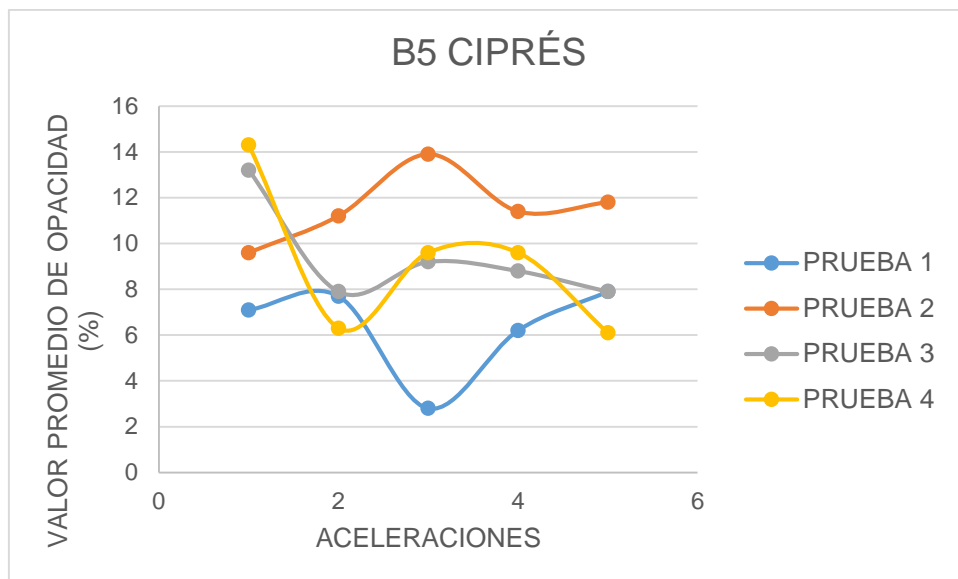


Figura 2.28 Diagrama promedio de opacidad del B5 Ciprés

La Figura 2.28 enseña la opacidad del biodiésel B5 de Ciprés que se realizó con el software con cuatro pruebas cada una con cinco aceleraciones, tenemos un promedio de 6 a 11% de opacidad en que más se encuentra los resultados.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA

Estructurada esta parte de cómo identificar el potencial para la creación y comercialización de estaciones de biodiésel en Tulcán, esta investigación también será para fomentar el decreto ejecutivo 1303 para inspirar el uso de biocombustibles. Lo que es menos destructivo para el ambiente.

En esta sección, continuará seleccionando, según ciertos criterios, las semillas oleaginosas apropiadas para la producción de biodiésel y para examinar el rendimiento por hectárea, aceite/hectárea. Se decidirá sobre el retorno del biodiesel y el interés en la ciudad de Tulcán para investigar. Es razonable crear biodiesel para dar interés. Mediante la elaboración de encuestas se podrá determinar la aceptación que tendrá el biodiésel.

Los datos obtenidos son objeto de tabulación mediante el programa informático Excel, para efectos de elaboración de gráficos estadísticos que reflejen los resultados obtenidos que posteriormente serán analizados, así como la demanda de combustible existente en la ciudad de Tulcán, y ver su consumo de diésel.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

Para la mejora de este trabajo de grado, se ha caracterizado como una población para los propietarios y conductores de vehículos con motores a diésel, que hay en la ciudad de Tulcán, ya que son los responsables de alimentar a sus vehículos en las diversas estaciones de servicio.

3.2.2 MUESTRA

En la ciudad de Tulcán al tener una gran fuente de trabajo y de haber comercio hay un aumento de vehículos que circulan por esta ciudad en especial los vehículos a diésel que ya están matriculados. Para el tamaño de la muestra se tomará en cuenta a todos los vehículos que circulan con mayor frecuencia y los que se abastecen en las estaciones de servicio de combustible de esta ciudad.

Para obtener los datos para las encuestas los vehículos matriculados a diésel en la ciudad de Tulcán, se optó en buscar el a base de datos de transporte del año 2016 en el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

De acuerdo a la Tabla 3.1 donde se muestra del cuadro de vehículos matriculados por su uso de diésel del índice anuario de transporte 2016, se puede apreciar los vehículos matriculados en la ciudad de Tulcán.

Tabla 3.1 Número de vehículos matriculados a diésel en la ciudad de Tulcán

CIUDAD	COMBUSTIBLE	TOTAL
Tulcán	Diésel	2936

Fuente: (Cifras, 2016).

3.2.3 CÁLCULO DE LA MUESTRA

Para efectuar este trabajo de grado se determinó la siguiente fórmula eligiendo la de población finita ya que se conoce el total de unidades para la realización, para el cálculo de la muestra:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad [3.1]$$

Donde:

n : Tamaño de la buscado

N : Tamaño de la población

Z : Nivel de confianza

e : Margen de error

p : Posibilidad de éxito

q : Posibilidad de fracaso

El valor de N se obtiene del número de los vehículos matriculados con motor diésel en la ciudad de Tulcán que es un total de 2963 vehículos.

El valor de Z será de 1.96, valor obtenido de la T-student diseñada para elaborar estudios de mercado.

El valor de e será de 0.05% dado que si se opta por un margen de error menos el costo de elaboración de la muestra será mucho mayor.

Los valores del p y q serán de 0.5 ya que el valor real es desconocido entonces se opta por repartir el 50% a la posibilidad de fracaso y el otro 50% a la posibilidad de éxito, es la que se requiere lo máximo tamaño de la muestra.

En la Fórmula 3.1 remplazamos con los datos obtenidos teniendo en la siguiente:

$$n = \frac{2\,963 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (2\,963 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

Teniendo como resultado para realizar la encuesta es:

$$n = 340.17$$

3.3 TABULACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Las encuestas realizadas a propietarios y choferes de vehículos de motor diésel que circulan por la ciudad de Tulcán.

1. El biodiésel es un combustible renovable que se obtiene a partir de aceites, que se puede usar puro o mezclado con diésel.

¿Conoce sobre su uso en los vehículos con motores diésel?

En la Tabla 3.2 vamos a ver los resultados del conocimiento del biodiésel.

Tabla 3.2 Conocimiento del biodiésel

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	94	27,6%
No	246	72,4%
TOTAL	340	100%

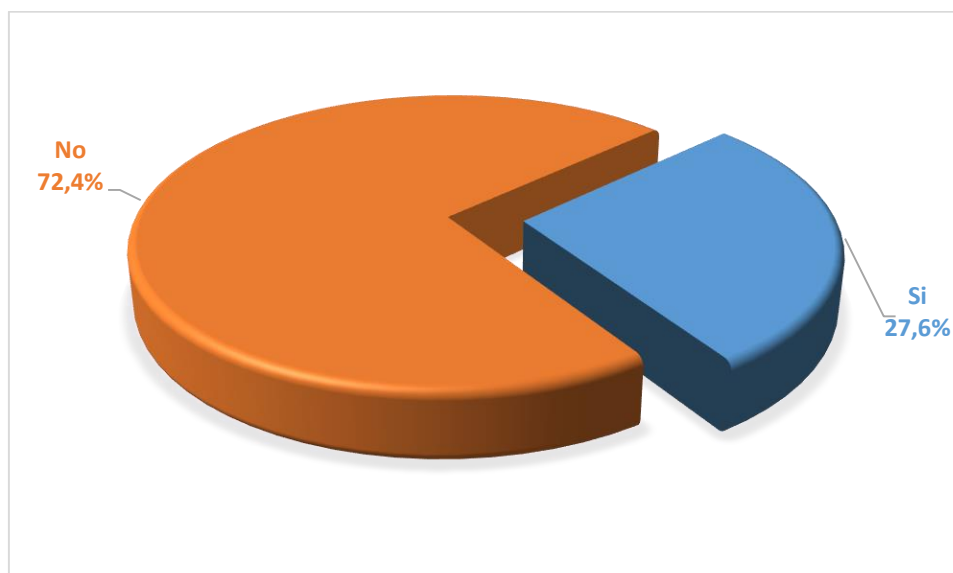


Figura 3.1 Porcentaje del conocimiento del biodiésel.

En la Figura 3.1 indica que de acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas el 72.4% de personas encuestadas no tienen conocimientos respecto del biodiésel, este dato es importante dado que, antes de que los potenciales consumidores de biodiésel empiecen a utilizar como combustible para sus vehículos, se debería realizar campañas de capacitación para promover el uso del biodiésel, las características, sus ventajas y desventajas.

2. ¿Qué vehículo usted conduce actualmente a diésel?

En la Tabla 3.3 refiere a la cantidad de vehículos en motores diésel.

Tabla 3.3 Cantidad de los vehículos en motores diésel

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Automóvil	3	0,9%
Camioneta	33	9,7%
Camión o bus	156	45,9
Furgoneta	45	13,2
Tráiler	103	30,3
TOTAL	340	100%

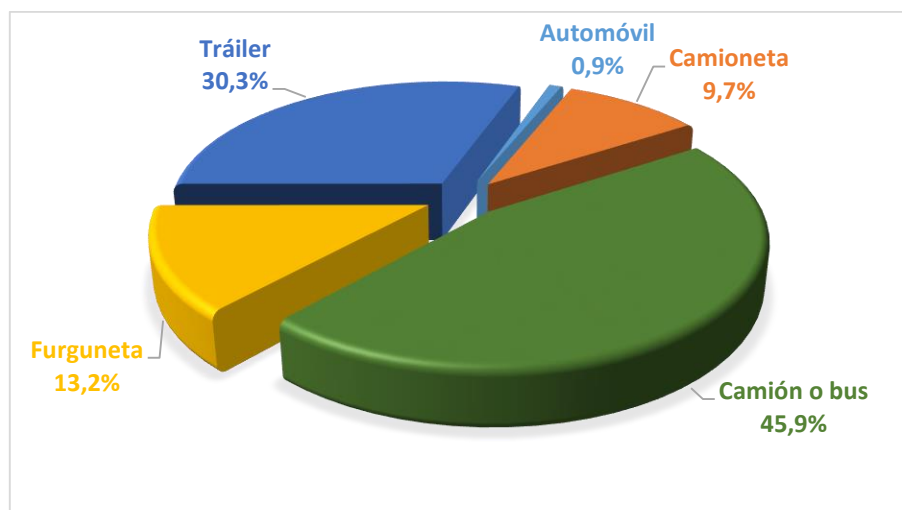


Figura 3.2 Porcentaje de la cantidad de vehículos con motores diésel.

En La Figura 3.2 muestra el 45.9% como se puede apreciar de encuestados son conductores de buses o camiones en la ciudad, este dato es fácil de apreciar debido a todo el transporte público que circula a diario por la ciudad de Tulcán. También como es frontera los tráileres tiene un 30,3 % que manejan estos vehículos, el que le sigue son las furgonetas con un 13,2 %, pocos conducen camionetas con un 9,7 % y los autos un 0,9 %, esto nos dice que los de gran demanda son los camiones o buses y los tráileres.

3. ¿Tiene conocimiento de que el biodiésel es más favorable para el medio ambiente?

En la tabla 3.4 indica el conocimiento del medio ambiente del biodiésel.

Tabla 3.4 Conocimiento de la propiedad del biodiésel al medio ambiente

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	102	30,0%
No	238	70,0%
TOTAL	340	100%

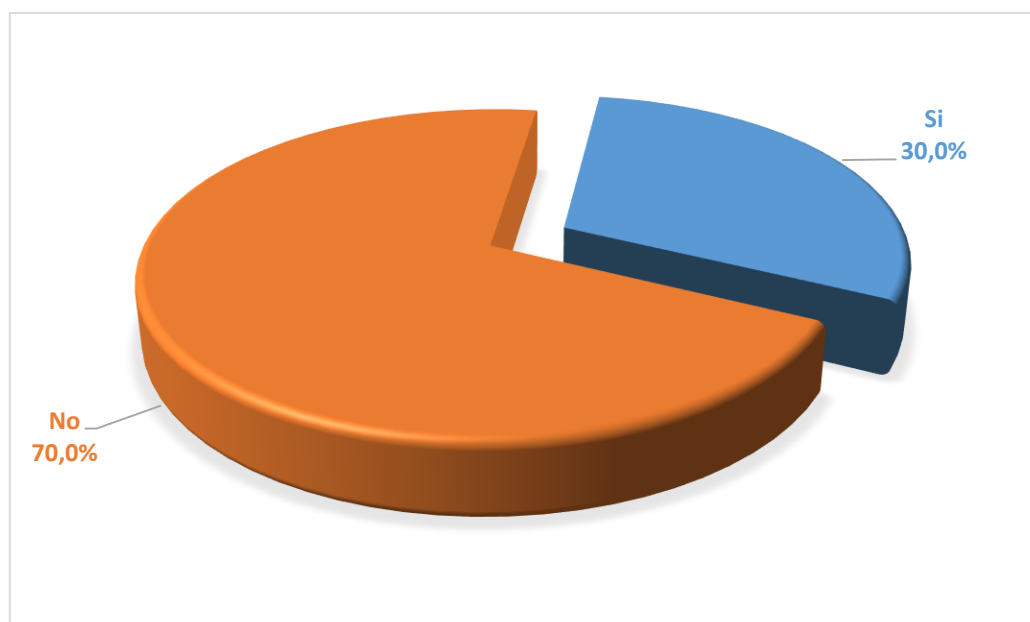


Figura 3.3 Porcentaje del conocimiento de la propiedad del biodiésel al medio ambiente

En la figura 3.3 enseña que los datos obtenidos de la población encuestada se puede determinar que, el 70% no tiene los conocimientos de las ventajas que tiene el biodiésel, y que tan solo el 30% de los posibles consumidores, conoce que el biodiésel es más favorable para el medio ambiente.

4. ¿Sabe que el biodiésel podría alargar la vida de su motor?

En la Tabla 3.5 describe el conocimiento de la vida del motor.

Tabla 3.5 Conocimiento de la propiedad del biodiésel de la vida del motor

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	89	26,2%
No	251	73,8%
TOTAL	340	100%

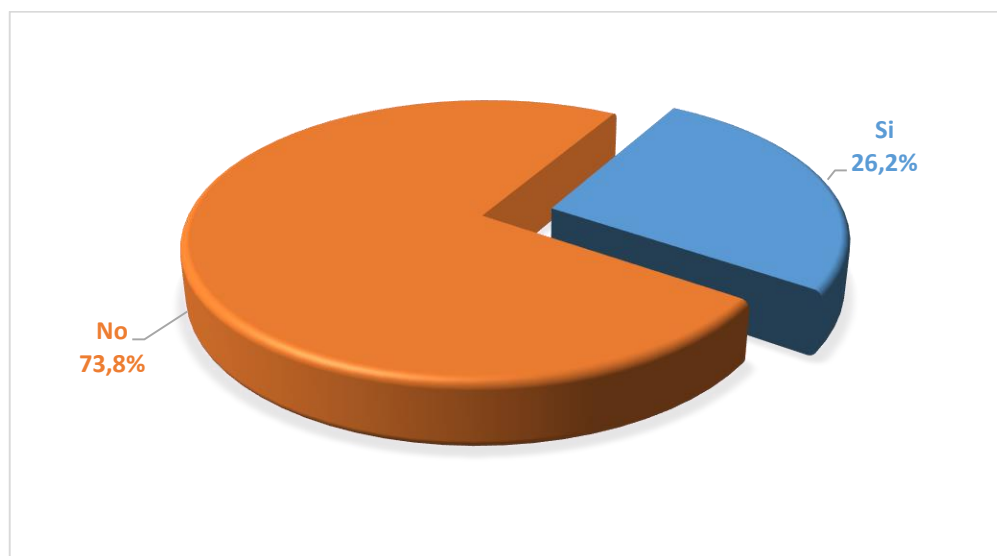


Figura 3.4 Porcentaje del conocimiento de la propiedad del biodiésel de la vida del motor

En la Figura 3.4 demuestra que los datos obtenidos de la población encuestada se pueden determinar que, el 73.8% no tiene los conocimientos de las ventajas que tiene el biodiésel, y que tan solo el 26.7% de los posibles consumidores, conoce que el biodiésel es más favorable para la vida útil del motor.

Ya que se podría capacitar a los conductores con charlas para que tengan conocimiento de los beneficios que trae el biodiésel.

5. ¿Usted estaría dispuesto a utilizar este combustible en su vehículo?

En la Tabla 3.6 la disposición de los posibles consumidores de la utilización biodiesel.

Tabla 3.6 Disposición de los posibles clientes a utilizar biodiésel

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	308	90,6%
No	32	9,4%
TOTAL	340	100%

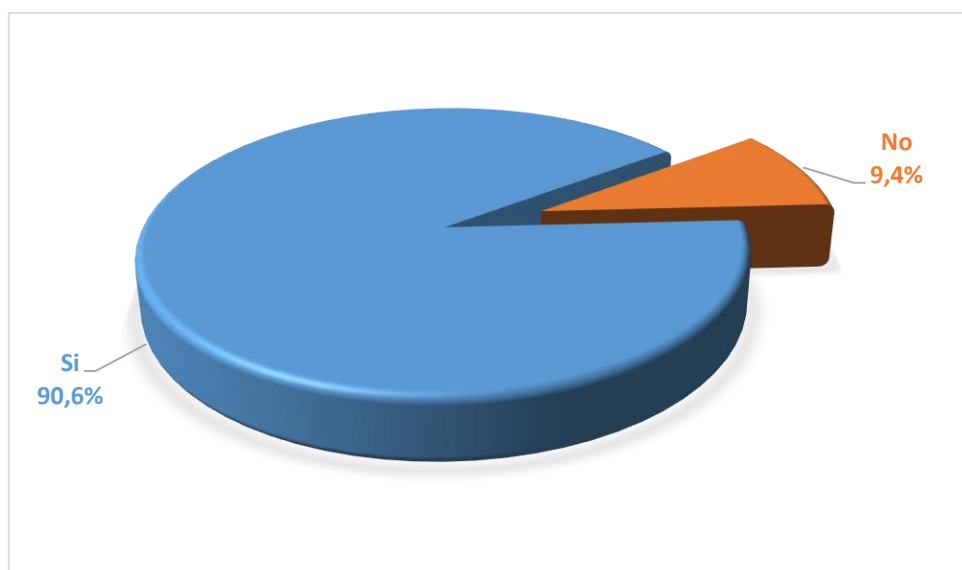


Figura 3.5 Porcentaje de disposición de los posibles clientes a utilizar biodiesel

En la Figura 3.5 prueba que los datos obtenidos gracias a las personas encuestadas se pueden apreciar claramente que el 90.6% están dispuestos a utilizar biodiesel como combustible para sus vehículos, además de mostrar mucho interés por el uso de biocombustibles.

Muchos conductores indicaron que es muy bueno este combustible ya que se lo que es ecológico y no dañar al medio ambiente ni al vehículo.

6. Según su criterio indique el grado de importancia de las siguientes alternativas, ordene del 1 al 4, siendo el 1 el más importante y el 4 el menos importante.

En la Tabla 3.7 indica los factores importantes para su uso de biodiesel.

Tabla 3.7 Factores importantes para el uso del combustible

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
La calidad	62	25,8%
El precio	24	10,0%
Generar menos contaminación	103	42,9%
Cuida su motor	51	21,3%
TOTAL	340	100%

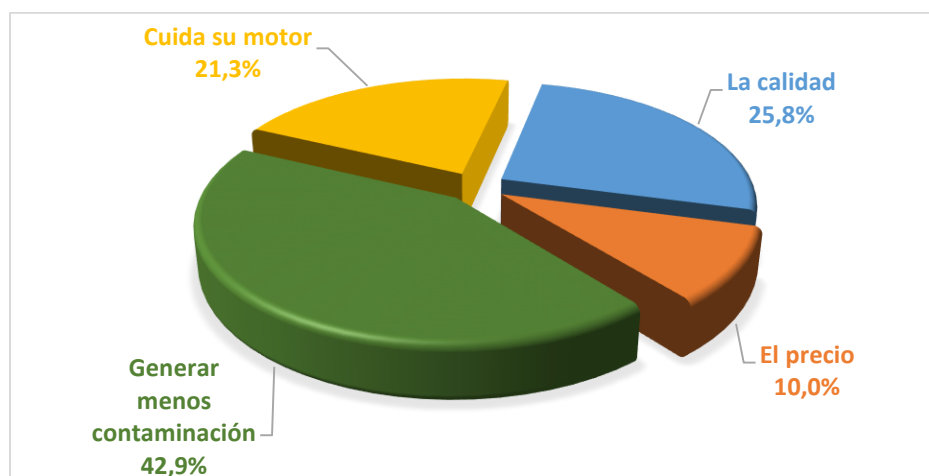


Figura 3.6 Porcentaje de los factores importantes para el uso de combustible

En la Figura 3.6 testifica los factores generar menos contaminación, calidad, el cuidar el motor son considerados como los más pertinentes a la hora de elegir el combustible para el funcionamiento del vehículo, como se puede observar el 42.9% de la población encuestados prefieren utilizar un combustible que genere menor contaminación, este dato es muy importante debido que el biodiésel, es de mejor calidad que el diésel y genera menor emisiones contaminantes.

7. ¿Cuánto gasta en combustible aproximadamente a diario?

En la tabla 3.8 la utilización del biodiesel en los vehículos.

Tabla 3.8 Factores importantes para el uso del combustible

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
0 a 5 Dólares	46	13,5%
6 a 15 Dólares	55	16,2%
16 a 30 Dólares	79	23,3%
31 a 50 Dólares	53	15,6%
Más de 51 Dólares	107	31,5%
TOTAL	340	100%

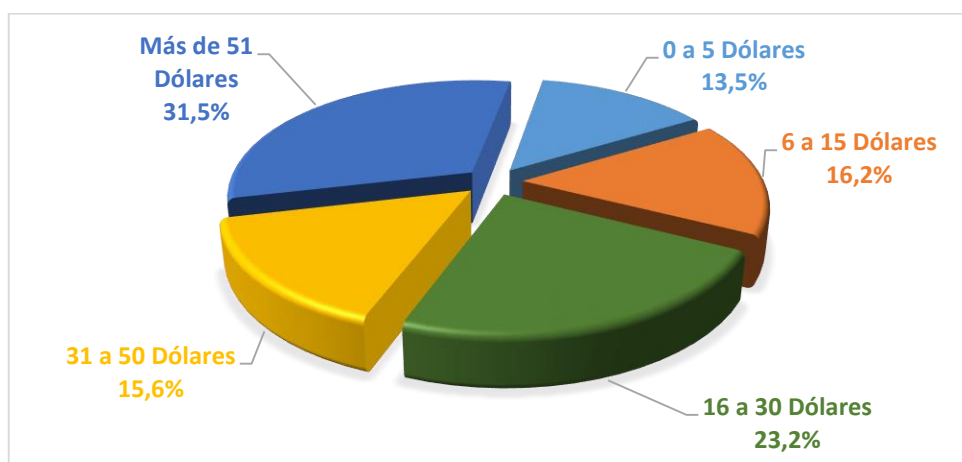


Figura 3.7 Porcentaje de la Cantidad de dinero invertido a diario en combustible

En la Figura 3.7 se observa que gracias a los resultados obtenidos se puede apreciar que el 31.5% de personas encuestadas invierten más de 51 dólares a diarios en combustible para sus vehículos ya que existen más tráileres y camiones, también invierten entre 16 a 30 dólares, estos valores son los más consumidos por los conductores.

Esta pregunta fue realizada con el objetivo de tener un valor aproximado de cuánto dinero gastan los conductores o propietarios de los vehículos en combustible.

3.3.1 ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS

Mediante las encuestas realizadas se pudo determinar que los usuarios desconocen el biodiésel pero estarían de acuerdo saber más sobre este por lo tanto según las necesidades de estos dentro de la ciudad de Tulcán dando a conocer que el 90,6% de los encuestados está de acuerdo con el uso de biodiésel, esto permite afirmar que las personas son conscientes de que el uso excesivo de combustibles afectan al medio ambiente y a las futuras generaciones de manera que el biodiésel si se implementara en la ciudad de Tulcán se cubriría la demanda anual de los usuarios, disminuyendo el nivel de contaminación que los automotores causan brindando una calidad de vida a la sociedad y el cuidado del vehículo.

Importante fue informar a los usuarios que el biodiésel les permitirá mejorar un combustible amigable con el ambiente que genere menos contaminación y alargue la vida del motor adquiriendo biodiésel.

3.4 DETERMINACIÓN DE LA OLEAGINOSA IDÓNEA PARA LA ELABORACIÓN DE BIODIÉSEL EN LA CIUDAD DE TULCÁN

Tulcán es una entidad territorial importante subnacional del Ecuador, geográficamente se encuentra situada en el extremo norte del país de la región sierra dentro de la provincia de Carchi. Esta ciudad es considerada como una de los cantones del país con mayor desarrollo en los últimos años, se denota que su actividad económica, comercial y social está fuertemente. Tulcán cuenta una temperatura muy agradable entre (6 y 24 °C) a lo largo de todo el año, su temperatura promedio es de 12 °C, este es el más lluvioso y verdoso de todos los que geográficamente se encuentran, su naturaleza es deslumbrante debido a la gran extensión de flora y fauna que lo rodea (Ecuador , 2015).

Tulcán es ciudad fronteriza con el Departamento de Nariño-Colombia, se encuentra a una altura de 2.980 msnm. Está a 7 km del Puente Internacional de Rumichaca, compartido por los dos países. (Ecuador y Colombia).

Cuenta con 47.359 habitantes, su área urbana está densamente poblada, cuenta con una superficie aproximadamente de 344,5 km².

3.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE TULCÁN PROVINCIA DE CARCHI

Está ubicada en el extremo norte del callejón interandino; el relieve del terreno es bastante irregular y montañoso; la Provincia se extiende entre los nudos de Pasto hacia el norte, y es por tanto el área fronteriza metropolitana fronteriza más poblada del lado ecuatoriano y la segunda más poblada del lado colombiano de Boliche, hacia el sur y en parte del Valle del Chota.

Esta jurisdicción provincial se instaura con un único cantón, el de Tulcán, por lo que los límites, que limita casi está bordeado por el país al norte con la República de Colombia; al Sur y Oeste con la Provincia de Imbabura; al Este con la Provincia de Sucumbíos y al Oeste con la Provincia de Esmeraldas.

Su altura media va desde el norte en el callejón interandino presenta niveles altitudinales desde los 1.200 m.s.n.m. en la zona del Valle, hasta los 4.768 m.s.n.m. en la cima del volcán Chiles.

3.5 ACEITE DE PINO

Los constituyentes del aceite de pino se identifican como los principales constituyentes como el pineno ($C_{10}H_{16}$) y el terpineol ($C_{10}H_{18}O$). Sin embargo, a diferencia del metanol y el etanol, se observó que el grupo de alcohol presente en el aceite de pino era terpineol, un alcohol terciario, y la presencia de pineno en él hace algunas distinciones en su calidad. Sin embargo, relacionado con un menor contenido de alcohol como el etanol y el metanol, el terpineol tiene átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno en su construcción, y su brotación es una fuente renovable de combustible regular en los reinos de otros combustibles alternativos. Químicamente hablando, el aceite de pino es un hidrocarburo alicíclico y, debido a su estructura molecular, es evidente que tiene un peso molecular más bajo y una cadena de carbono más corta que la del diésel o el biodiésel (Nallusamy, Sendilvelan, Bhaskar, & Manikanda Prabu, 2017, pág. 875).

En la Tabla 3.9 las diversas propiedades térmicas del biocombustible de aceite de pino se dan a continuación:

Tabla 3.9 Propiedades del pino.

PROPIEDAD	ACEITE DE PINO
Punto de inflamabilidad	54 °C
Punto de fuego	65 °C
Viscosidad a 40 °C	3,07 cSt
Valor calorífico (CV)	41500 KJ / Kg
Densidad	857,6 Kg / m ³
Número de cetano	38.9

Fuente (Nallusamy, Sendilvelan, Bhaskar, & Manikanda Prabu, 2017, pág. 845).

3.5.1 ESPECIES DE PINO UTILIZADAS PARA EXTRACCIÓN DE ACEITE

Hay dos tipos de pino la pinus radiata y la pinus patula esta última hay un 2 % en el ecuador y la que hay en el ecuador es la pinus radiata.

En Tulcán existe el pinus radiata o también que quiere decir pino radiata es una especie de pino de origen californiano que, por su rápido crecimiento, es aprovechable para la producción de madera o pasta de papel, este pino puede alcanzar los 40 m de altura, pero lo normal es que no sobrepase los 25 m. Generalmente, los ejemplares jóvenes presentan una copa cónica y los adultos, un poco redondeada.

La corteza llega a ser bastante gruesa, profundamente agrietada y de color pardo oscuro en los árboles maduros. Las hojas son acículas, miden 7-15 cm de longitud y son algo endebles y puntiagudas. Al igual que en el pino canario, sus acículas nacen en grupos de tres caracteres que lo diferencia del pino resinero.

Sus piñas son ovoideo-cónicas, muy asimétricas y de color pardo claro. Miden 7-14 cm de longitud y tienen un rabillo muy corto o incluso carecen del mismo, de manera que aparecen sentadas sobre las ramillas. Suelen colgar en parejas o en grupos de 3 a 5. Las escamas externas de las piñas son abultadas; los piñones son muy pequeños (de 7 mm) y, cuando la piña madura, quedan al descubierto con un ala membranosa (de unos 2 cm de longitud) que facilita su dispersión por el viento.

3.5.2 EXTRACCIÓN DE LA RESINA

La extracción de la resina hay un sistema conocido como copa y canal que reside en retirar la corteza del árbol desde 30 cm del suelo, que tiene un ancho de $\frac{3}{8}$ en la circunferencia del tronco y por una longitud de 80 cm. Continuamos con el siguiente paso que es hacer una franja vertical de unos 2 cm de ancho en el centro del área descortezada legando a un límite inferior ya que con esto la resina va a fluir. En la trozo inferior se debe colocar una placa o grapa que con esto la resina se dirigirá hacia la copa recolectora que debe estar justo al final de la placa, continuando con el proceso se debe realizar unas franjas lateras oblicuas deben ser de un 1 cm de ancho que debe tener un ángulo de 45° con respecto a la franja central debido a que la copa se llenara, prolongando con el proceso que ya está lleno se usa una cucharas de mango largo y recipientes donde se coloca la resina y donde es transportada.

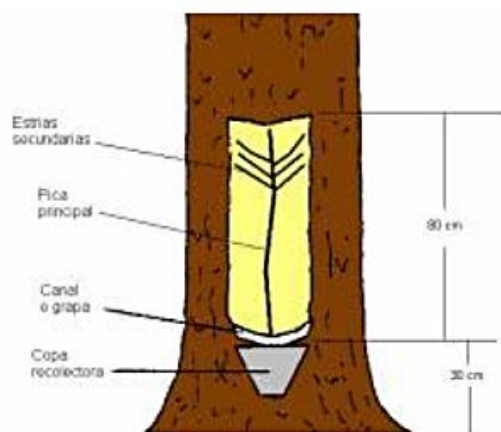


Figura 3.8 Sistema de resinación
(Plata., 2003, pág. 64)

En la Figura 3.8 se admira como es el proceso de extracción de la resina y como debe ser colocado sus instrumentos adecuadamente para que alcance el envase en el que esta y después trasladar a los tanques.

3.5.3 COMPOSICIÓN DEL ACEITE DE PINO

Usando la técnica de cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) para identificar los compuestos del biocombustible obtenido por la destilación de la resina de pino se identificó que éste está constituido en su mayor parte por terpinol ($C_{10}H_{18}O$) y pineno ($C_{10}H_{16}$).

El aceite de pino (terpinol) tiene dentro de sus componentes átomos de oxígeno, hidrógeno y carbón lo que lo convierte en una fuente alternativa dentro de los combustibles renovables.

3.5.4 PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PINO

Recolectada la resina de los pinos (oleorresina) que es usada como materia prima para la producción del aceite; la oleorresina es lavada y se lleva al reactor para su destilación, donde se pone en contacto con vapor a presión, produciendo dos compuestos, colofonia (resina de pino) y trementina (aguarrás) evaporada, esta última sube y llega al condensador donde es recolectada en estado líquido. La trementina en sí misma es biocombustible compuesto principalmente por α – pineno y β – pineno. La colofonia que tiene las características del alcanfor, queda como subproducto en el proceso. La trementina se deja reaccionar con ácido orto-fosfórico para sintetizar el aceite de pino. Al terminar la reacción el biocombustible de pino es recolectado y almacenado.

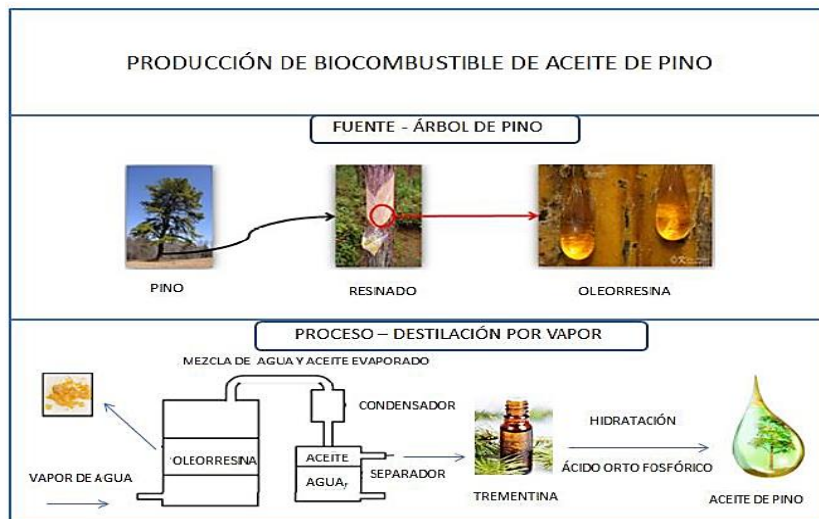


Figura 3.9 Producción del aceite de pino
(Raman, 2013, pág. 47)

En la Figura 3.9 indica el proceso de destilación por vapor como el adecuado para la planeación del montaje de la planta productora de biocombustible a partir de aceite de pino.

3.6 ACEITE DE CIPRÉS

Se obtiene biomasa de madera ciprés, el análisis de la composición de la biomasa como la lignina, celulosa, hemicelulosa de biomasa de madera blanda. La composición de biomasa de madera se analizó la celulosa y se desprende de los datos que es rico en lignina y cereza. La lignina es cada 3 veces mayor en la biomasa de ciprés (madera blanda), en la composición de hidrocarburos líquidos.

3.6.1 EXTRACCIÓN DE ACEITE DE CIPRÉS

Las sustancias se encuentran en diferentes partes u órganos de las plantas para extraer su esencia salen de las hojas en menor medida y en brotes tiernos ya que estos contienen alfa y beta pineno, canfeno, candineno, taninos catequicos, en los brotes tiernos se encuentra el aceite.

En la Tabla 3.10 indica las propiedades del ciprés.

Tabla 3.10 Propiedades del ciprés.

PROPIEDAD	ACEITE DE CIPRÉS
Punto de inflamabilidad	60 °C
Viscosidad cinemática a 40 °C	2.7 mm ² / s
Densidad 20 °C	0.12 g/ ml
Poder calorífico superior (HHV)	41.41 MJ / kg

3.6.2 COMPOSICIÓN DEL ACEITE DE CIPRÉS

Los aceites contienen compuestos tales como L- limoneno, L-mentona, L- mentol, cadineno (α -, δ -, γ -), y pineno (α -, β -), α - Pineno es el componente principal del aceite extraído de ciprés, los métodos normalmente utilizados para incorporar aceites en polímeros incluyen disolución de amasado y el disolvente. Adicionalmente, α - pineno se convierte en hidrocarburos de terpeno, tales como dipenteno y aloocimeno (Chikara , Teruyuki, & Naohisa, 2012, pág. 3).

3.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PORCIENTO DE OPACIDAD

Con la realización de las pruebas de opacidad con diésel y los biodiésel, se logró realizar las comparaciones de humo en cada uno de las muestras.

La normativa ecuatoriana sobre el control de porciento de opacidad a los vehículos con motor a diésel los vehículos anteriores a los 1999 es del 60% máximo permitido, establece lo siguiente en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Normativa ecuatoriana de emisiones

LÍMITE MÁXIMO DE OPACIDAD	
AÑO MODELO	% OPACIDAD
1999 y anteriores	60
2000 en adelante	50

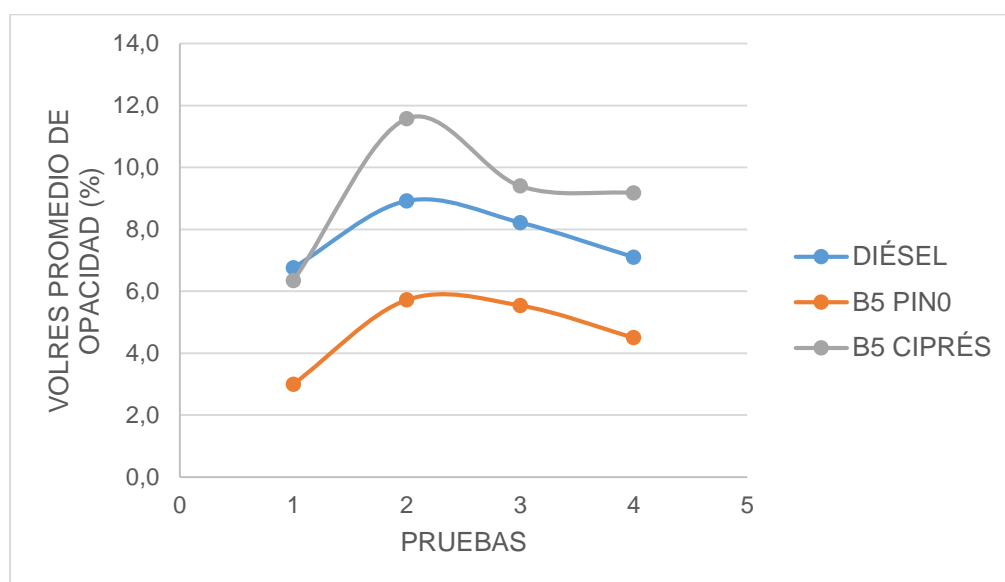
Fuente: (Normalización, 2012, pág. 4)

Se realizó las comparaciones después de a ver terminado las pruebas de opacidad de cada uno de los combustibles y notamos que el Biodiésel B5 de Pino que la cantidad de humo se reduce, emite menos hollín que los dos combustibles de Diésel como el biodiesel B5 de Ciprés, el Diésel y el Biodiésel B5 de Ciprés aumento la cantidad de humo.

La Tabla 3.12 muestra los resultados de opacidad de cada uno del combustible y biocombustibles.

Tabla 3.12 Comparativa de opacidad entre Diésel, B5 pino y B5 Ciprés

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
Diésel	6,8	8,9	8,2	7,1
B5 Pino	3,0	5,7	5,5	4,5
B5 Ciprés	6,3	11,6	9,4	9,2

**Figura 3.10** Diagrama de opacidad de los combustibles

La Figura 3.10 se puede notar la variación de niveles de opacidad obtenidos de cada uno, el biodiésel B5 de Pino tiene valores mínimos que el del diésel y el biodiésel B5 de Ciprés superior al del diésel.

3.7.1 ÍNDICE DE CETANO

La Tabla 3.13 muestra el índice de Cetano de cada uno de los combustibles, si fuese el caso que el combustible tenga un bajo índice de Cetano esta provocaría un retraso en la ignición del motor dando lugar a un ruido muy fuerte dentro del motor, también en los vehículos con motor diésel

provoca retrasos al momento de encender el automotor en frío y la combustión no es tan eficiente.

Tabla 3.13 Índice de Cetano del Diésel, B5 Pino y B5 Ciprés

	OPACIDAD %	ÍNDICE DE CETANO
B5 PINO	4,7	45.0
B5 CIPRÉS	9.1	52.0
DIESEL	7.8	45.0

El índice de Cetano del biodiesel de pino en la mezcla B5 es de 45 igual al del Diésel Premium que es de 45, este biocombustible es beneficioso para el motor ya que ayuda a disminuir la opacidad. El índice de Cetano del biodiesel B5 de ciprés es de 52 un 8% mayor de incremento al diésel ya que tiene mayor viscosidad y menor azufre.

Su bajo índice de Cetano y su alta viscosidad. Hay que tener en cuenta que el índice de Cetano puede conducir al fenómeno denominado “golpeteo diésel” que se presenta por un pico de presión consecuencia de un alto tiempo de retardo en el inicio de la combustión que en principio es recomendada para combustibles tipo hidrocarburo (Martínez, Proaño, & Puertas, 2018, pág. 31).

3.7.2 ANÁLISIS DE AROMÁTICOS EN EL BIODIÉSEL

Los compuestos aromáticos son compuestos frecuentemente utilizados como disolventes de aceites, grasas, caucho, resinas, etc., en las industrias de fabricación de pinturas y barnices, tintas, colas, adhesivos, así como, materia prima de síntesis orgánica e industrias de carburantes. Por esta razón, resulta de interés disponer de un método ensayado y validado para la determinación de vapores de hidrocarburos aromáticos en aire, con el fin de poder evaluar la exposición laboral a este tipo de compuestos (Rodríguez Fernández, 2008, pág. 147).

Una cantidad excesiva de productos aromáticos tiende a aumentar los humos en el escape de los motores Diésel, los componentes aromáticos contribuyen a reducir el consumo específico de gasoil, al tener un gran poder calorífico, los hidrocarburos aromáticos pueden producir algunas emisiones de gases en el escape que son consideradas perjudiciales y cancerígenas (Bermúdez Tamarit & Martínez Martínez, 2003, pág. 5).

En la Tabla 3.14 se puede observar el porcentaje de los aromáticos en cada uno de los biodiésel

Tabla 3.14 Aromáticos de los biocombustibles

	Aromáticos %
B5 Pino	11,0
B5 Ciprés	20,3

Se observa que el biodiésel B5 de Ciprés hay una diferencia alta con un 9,3% con respecto al biodiésel B5 Pino, obteniendo así un aumento en el porcentaje de opacidad, aumentando los humos de escape.

La normativa EURO III en el año 2000 aprueba que los aromáticos deben tener como máximo es de 11,0 % (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2010).

3.8 CONSUMO DE DIÉSEL EN CARCHI

El consumo de diésel es mucho ya que tenemos que en todo el año de 2018 es de 18 552 000 galones que se consumen, para esta cantidad de biodiésel B5 se necesita 927 600 galones para satisfacer esta demanda de diésel.

3.8.1 COMBUSTIBLE PARA B5 DE PINO

Por un árbol se obtiene 2,5 kg de aceite de pino, con una capacidad de producir 206 kg de oleorresina al mes, 10 toneladas de oleorresina para producir 1850 L de aceite de pino por turno de 8 horas. (Rodríguez Perdomo , 2016, pág. 46).

En la Tabla 3.15 indica lo que se necesita para la demanda para el biodiésel B5 de Pino anual el total de las hectáreas para cumplir con su requerimiento.

Tabla 3.15 Análisis del combustible para B5 Pino

Demanda del diésel al año	18 552 000 galones
Requerimiento al año de Biodiésel para mezcla B5 de Pino	927 600 galones
Hectáreas necesarias para cubrir la demanda	1 252,61

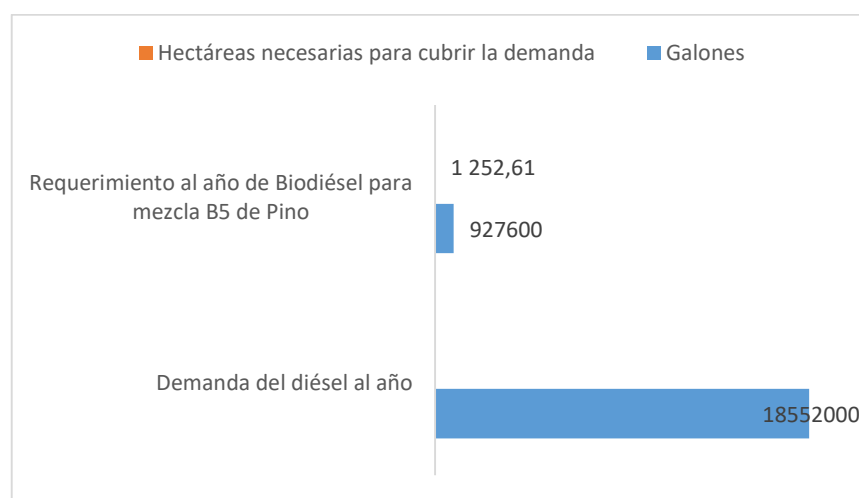


Figura 3.11 Esquema de la demanda del B5 de Pino

En la Figura 3.11 indica el requerimiento del B5 de Pino se necesitaría 1 252,61 hectáreas para satisfacer la demanda.

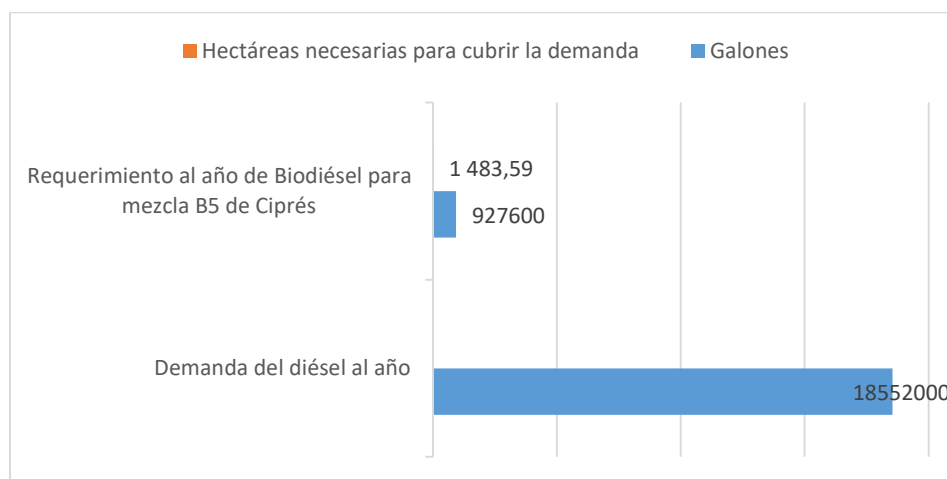
3.8.2 COMBUSTIBLE PARA EL B5 DE CIPRÉS

La materia prima utilizada produce al mes 158 kg de aceite de ciprés al año 1 896 kg, en base a los cuales se hicieron los cálculos, no contemplan el combustible necesario para realizar la siembra, el manejo y la cosecha de las hectáreas extra necesarias para producir el biodiesel (Chikara , Teruyuki, & Naohisa, 2012, pág. 8).

En la Tabla 3.16 muestra la demanda para el biodiésel B5 de Ciprés el total de las hectáreas.

Tabla 3.16 Análisis del combustible para B5 Ciprés

Demanda del diésel al año	18 552 000 galones
Requerimiento al año de Biodiésel para mezcla B5 de Ciprés	927 600 galones
Hectáreas necesarias para cubrir la demanda	1 483,59

**Figura 3.12** Esquema de la demanda del B5 de Ciprés

La Figura 3.12 enseña la demanda del requerimiento para las hectáreas que se necesita para la elaboración de biodiésel de Ciprés.

3.9 PROPUESTA

En la ciudad de Tulcán existen 4 estaciones de servicio de combustible que se encuentran distribuidas por la ciudad, no existen estaciones que distribuyan biodiésel, la implementación de este tipo de estación es beneficiosa para la localidad. Existe una estación fuera de servicio en la Rinconada que puede ser rehabilitada para distribuir biodiésel.

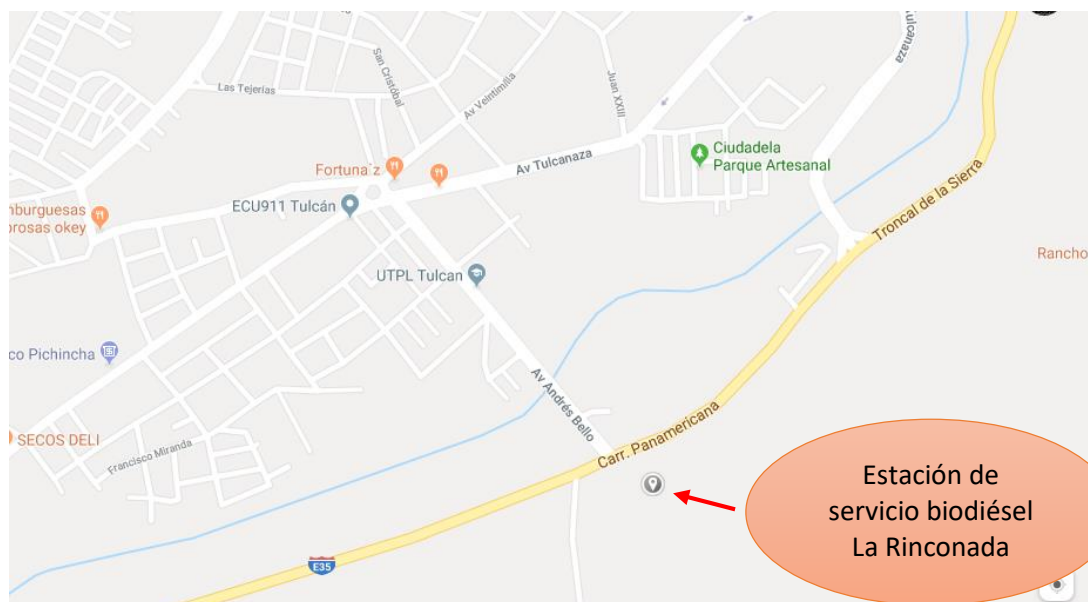


Figura 3.13 Sitio de estación de biodiésel

En la Figura 3.13 muestra el sitio donde se va ubicar la estación de servicio de biodiésel en la ciudad de Tulcán

3.9.1 PRODUCTIBILIDAD DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO BIODIÉSEL

En el año 2018 las estaciones distribuyeron 7 420 000 galones, promediando a cada estación ventas por 1 923 842 dólares, implementando la estación de servicio biodiésel en La Rinconada en el año 2022 entraría a distribuir su producto a los consumidores, abarcando una parte del mercado objetivo.

El Decreto Ejecutivo No. 1303 del año 2012, el interés nacional al desarrollo de biocombustibles en el país como medio para el impulso del fomento agrícola, de acuerdo al mismo Artículo, la producción, el uso y el consumo de los biocombustibles responderán a una estrategia inclusiva de desarrollo rural, precautelando la soberanía alimentaria y sostenibilidad ambiental, indica su forma de Almacenamiento, Transporte y manejo del Biodiésel.

3.9.2 FABRICACIÓN DEL BIODIÉSEL

➤ RESINA

Se extrae del árbol de pino su resina, aproximadamente 2,5 kg que se almacena en los tanques de bodega.

➤ ACEITE

La resina de pino se coloca en el reactor extrayendo trementina, este aceite es almacenado en tanques metálicos.

➤ BIODIÉSEL

Precalentar el aceite de pino y se mezcla con hidróxido de sodio y metanol, obteniendo biodiésel puro que se almacena en tanques metálicos.

➤ MEZCLA

En la máquina mezcladora se ingresa 1900 galones de diésel y 100 galones de biodiésel puro para obtener B5 de pino y almacenar en el tanque de biodiésel de la estación.



Figura 3.14 Abastecimiento del biodiésel
(OVAC, 2017).

En la Figura 3.14 muestra la estación de servicios de biocombustible para su abastecimiento a los consumidores de vehículos a motor diésel.

➤ PRODUCCIÓN

Para el primer año se estima una producción de 2 000 000 de galones de biodiesel.



Figura 3.15 Identificación del biodiesel
(Motor, 2018).

En la Figura 3.15 indica la etiqueta que identificaría el tipo de biocombustible que refiere el B5 significa que incorpora un 5% de biodiésel mezclado con 95% de diésel

➤ PRECIO

Se estima el precio de venta del galón de biodiésel B5 en 3,25 dólares. Los consumidores no verían conveniente para su economía invertir 2,21 dólares más del precio que pagan actualmente por el galón de combustible, por consiguiente se ve afectada la factibilidad de implementar una estación de servicio de biodiésel en la ciudad de Tulcán.

Una hectárea de pino abastece 1 111 árboles de pino los cuales representan 2 777 kg de aceite de pino, para el área de estudio se requiere 1 252,61 hectáreas de las cuales se obtiene 927 600 galones.

CAPÍTULO IV

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos de las pruebas físico químicas efectuadas al biodiésel B5 de Ciprés determinaron un alto índice de cetano; en las pruebas de opacidad se obtuvo 1,3% de aumento respecto al diésel Premium lo que justifica el alto contenido de compuesto aromático manifestando su inviabilidad dentro de los automotores debido a que se convierte en mayor emisor de gases contaminantes al ambiente.
- El biodiésel B5 de Pino y el diésel Premium obtienen el mismo índice de cetano; en las pruebas de opacidad generadas el biocombustible de Pino B5 obtuvo el 4,7% a diferencia de los resultados conseguidos con diésel Premium en 7,8% razón por lo cual se considera al biodiésel de Pino B5 como viable para los automotores debido a su bajo contenido de compuestos aromáticos permitiendo ser aprobados por la norma Euro III.
- Mediante la prueba de opacidad que identifica la contaminación visual se logró determinar que los resultados conseguidos con biodiésel de Pino B5 fueron favorables, se redujo 3,1% el valor de opacidad en comparación al diésel Premium debido al excesivo contenido de azufre que origina contaminación al ambiente.
- Por medio de esta investigación en la ciudad de Tulcán el árbol de Pino es el más calificado para el uso de biocombustible. Se requiere 1 252,61 hectáreas de Pino para cubrir el 5% de la demanda representada en 927 600 galones anuales de biodiésel, al árbol no se lo corta se reside en retirar la corteza del árbol desde 30 cm del suelo.
- El precio de adquisición o producción del aceite de pino influye en el precio de venta

del biodiésel B5, llegando a triplicar el valor del biocombustible para su distribución; se estimó el costo del galón en 3,25 dólares por lo que no se obtendría una rentabilidad acorde a la que disponen este tipo de servicio.

4.2 RECOMENDACIONES

- El biodiésel B5 de Ciprés no puede ser utilizado en el mundo del automotor por su alto contenido de aromáticos que tiende a dar mayor opacidad y dañar el medio ambiente por lo cual es recomendable determinar cuáles son los orígenes y por permite el aumento de opacidad.
- El uso de este biocombustible biodiésel B5 de Pino es recomendable debido a que el porcentaje de opacidad disminuyen claramente, garantizando así que el uso del 5 % de biodiésel de pino en la mezcla favorece al medio ambiente, siendo los valores obtenidos de las pruebas ayuda suficiente para futuras investigaciones con la mezcla.
- Es recomendable efectuar estudios posteriores sobre este proyecto con la finalidad de utilizar biocombustibles de menor grado de contaminación con el ambiente, realizar el análisis de humo de gases en las pruebas de opacidad de la ciudad utilizando la misma metodología para mezclas con biodiésel, para así adquirir mayor cantidad de datos y conseguir nuevos resultados de futuras investigaciones.
- Efectuar investigaciones a otros tipos de árboles y realicen sus estudios, para mantener el nivel de servicio necesario y los niveles de reserva de materia prima para satisfacer posteriormente el consumo del diésel.
- Analizar los costos de producción del aceite de pino a escala macro para poder determinar un precio que sea competitivo con otros aceites que se utilizan para las mezclas de biodiésel, mejorando el precio de distribución de este biocombustible a base de pino y por ende la rentabilidad de la estación de servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Naik, S. N., Goud, V. V., Rout, P. K., & Dalai, A. K. (2010). *Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review*. Canadá: (CRC).
2. Ramos, P. (2016). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7972/1/04%20MAUT%20041%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
3. 1303, D. E. (17 de Septiembre de 2012). *decreto 1303*. Obtenido de Quito.
4. A., A. (2011). *Nuevos procesos para la obtención de biodiésel a partir de catalizadores ácidos y básicos*. España.
5. Acosta, A. (2012). *Biocombustibles*. Buenos aires.
6. Altamirano, M. (15 de Julio de 2017). *Hidroxido de Sodio*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Hidr%C3%B3xido_de_Sodio
7. Arias Paz, M. (2006). *Manual de Automovil*. Madrid : CIE Dossat.
8. BEE, B. (1999). *Manual BRAIN BEE OPA-100*. Italia .
9. Benjaumea, P. (2009). *Biodiésel: producción y calidad* . Medellín : Universidad Antioquia .
10. Bermúdez Tamarit, V. R., & Martínez Martínez, S. (2003). *Efectos de la composición del gas-oil sobre las emisiones contaminantes*. Valencia.
11. Bhaskar, T., Sera, A., Muto, A., & Sakata, Y. (2007). *Hydrothermal upgrading of wood biomass: Influence of the addition of K₂CO₃ and cellulose/lignin ratio*. India.
12. Chavéz Orellana, E. E., & Morán Reyes, W. F. (2013). *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL INTERNO QUE CONTRIBUYA A LA MAXIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS Y A LA TOMA DE DECISIONES DEDICADA A LA COMPRA Y VENTA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES*. El Salvador.
13. Chikara , T., Teruyuki, H., & Naohisa, F. (2012). *Incorporation of L-lactide random copolymers with cypress oil (α -pinene) using supercritical carbon dioxide*.
14. Cifras, E. (20 de febrero de 2016). *INEC*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
15. COFRE GUANOLUISA, L. R. (2006). *ADAPTACIÓN DE UN TURBOCARGADOR VX29 IHI A UN MOTOR DIESEL HINO H07C DE ASPIRACIÓN NATURAL*. Latacunga.
16. Conti, S. (2008). Producción de biodiesel . *PROYECTOS DE INVERSION*, 8 .
17. Ecuador . (1 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://losmejoreslugaresdeecuador.blogspot.com/>
18. Escobar Cervantes, A. I. (2015). *Diseño y Construcción de un opacímetro para motores Diésel*. Quito.
19. Fernandez, J. M. (2010). *Guia completa de la biomasa y los biocombustibles*. Madrid: AMV Ediciones .

20. Fernando Daniel Ramos, M. S. (2016). Biocombustibles . *Plan piloto de Ingeniería Química* , 2-3.
21. Ganduglia, F. (2009). *Manual de Biocombustibles* .
22. García Camús , J. M., & García Laborda, J. Á. (2007). *biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol*. Madrid: Elecé Industria Gráfica.
23. Glisic, S., & Orlović, A. (2014). *Review of biodiesel synthesis from waste oil elevated pressure and temperatute* . ELSEVIER.
24. Godoy, C. (2018). *Análisis de emisiones de gases de escape en un motor diésel con inyección*. Ibarra.
25. H, K. (2012). *Obtención y caracterización de biodiésel* . Pereira .
26. I.C.S.A., M. (2014). *Mecánica y Gestión Electrónica de Motores Diésel* .
27. Kessel, N. (Febrero de 2009). *Standarization*. Obtenido de https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html
28. Kulkarni, M. G., Gopinath, R., Meher, L. C., & Dalai, A. K. (2006). *Solid acid catalyzed biodiesel production by simultaneous esterification and transesterification*. Canadá.
29. Leiva Bautista, C. C. (Febrero de 2011). *La utilización del Metanol*. Obtenido de <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3231/1/La%20utilizaci%C3%B3n%20del%20metano%20como%20biocombustible.pdf>
30. Martínez, F., Proaño, F., & Puertas, V. (2018). *ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS TERMODINÁMICOS DE UN MOTOR*. Quito.
31. Medina Ramírez, I. E., Chávez Vela, N. A., & Jáuregui Rincón, J. (2012). *Biodiesel, un combustible renovable*. Argentina .
32. Mohammad, I. (2013). *Production of Biodiésel from Pinus Roxburghii Oil and its Evaluation*. J.Chem.Soc.Pak..Vol. 35.
33. Mora Oña, A. W. (2017). *Producción de Biodiesel* . Ibarra.
34. Moreno, R. (2018). *Hidróxido de sodio*. Obtenido de <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/hidroxido-de-sodio/>
35. Muñoz Baena , P. (2013). *Estudio Técnico-Económico de una planta de producción de Biodiésel*.
36. Muriana Vargas, V. M. (2016). *Planta de producción de biodiesel a partir de microalgas*. Sevilla.
37. Nallusamy, S., Sendilvelan, S., Bhaskar, K., & Manikanda Prabu, N. (2017). *ANALYSIS OF PERFORMANCE COMBUSTION AND EMISSION CHARACTERISTICS ON BIOFUEL OF NOVEL PINE OIL*. Tamilnadu, India.
38. Normalización, I. E. (2012). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 207*. Quito, Ecuador: Primera ed.
39. Normalización., I. E. (2016). *NTE INEN: 1489*. Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización.

40. Núñez, D. (2012). *Uso de residuos agrícolas para la producción* . Tecnura, 147.
41. Pardiñas , J. (2012). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid : Editex.
42. *Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea*. (15 de marzo de 2010). Obtenido de <https://www.ssecoconsulting.com/pmrt-evalua-produccion-diesel-euro-vi.html>
43. Plata., C. (2003). *Sistema de resinación aplicado en las pruebas piloto para el proceso de explotación resinera en Cajibío*. Cauca.
44. Raman. (2013). *Pine oil–biodiésel blends: A double biofuel strategy to completely eliminate the use of diesel in a diesel engine*.
45. Reibán Heredia, J. M. (2014). *Análisis del balance energético e implementación de un banco didáctico con visualización de datos en tiempo real*. Cuenca : Tesis de maestría no publicada.
46. Rincón, J., & Silva, E. (2014). *Bioenergía: Fuentes, Conversión y sustentabilidad*. Bogotá.
47. Rodríguez Fernández, J. (2008). *ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO Y EXPERIMENTAL DE LAS EMISIONES Y PRESTACIONES DE UN MOTOR TRABAJANDO CON BIODIESEL*. Cuenca.
48. Rodríguez Perdomo , M. M. (2016). *Planificación del montaje de una planta piloto productora de biocombustible a partir de aceite de pino*. Bogotá.
49. Rodriguez, C. (2009). Análisis de biodiesel como sustituto. *Análisis de biodiesel*, 9.
50. San Miguel, , G., & Gutiérrez, F. (2015). *Tecnologías para el uso y transformación de biomasa*. Madrid: Mundi- Prensa.
51. Sandoval, G. (2010). *Biocombustibles Avanzados en México*. Mexico: Red mexicana de bionergía, A.C. .
52. Stoytcheva, M. &. (2011). *Biodiesel- Feedstocks and Processing*. Croacia.
53. Stratta, J. (2000). *Biocombustibles*. México .
54. Tejada Tovar, C., Tejada Benítez, L., Villabona Ortiz, Á., & Monroy Rodríguez, L. (2013). *OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE GRASA RESIDUAL DE ORIGEN ANIMAL*. Cartagena: Luna Azul ISSN.
55. Tutorial, P. d. (2010). *La definicion de los objetivos de investigación*. Sevilla.
56. Vallinayagam, R. (2014). *Pine oil–biodiésel blends: A double biofuel strategy to completely eliminate the use of diesel in a diesel engine*. Indian : Tesis de maestría no publicada.
57. Vilorio, J. (2012). *Energías renovables* . España : Paraninfo.
58. Zelaya, J. (2007). *Evaluación de materiales vegetales y residuos oleaginosos para la produccion de biodiésel en el salvador*. San Salvador: Tesis de ingeniería no publicada.

ANEXOS

ANEXO I

ENCUESTA DIRIGIDA A PROPIETARIOS Y CHOFERES DE VEHÍCULOS CON MOTOR DIÉSEL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRIZ

TEMA: “Propuesta de la implementación de una estación de servicio de combustible de biodiésel para la ciudad de Tulcán”.

ENCUESTA

BIODÍESEL es un biocombustible que se obtiene a través de lípidos naturales para sustituir al petróleo, ya que esto no contiene azufre. Se utilizan notaciones abreviadas según el porcentaje por volumen de biodiésel en la mezcla: B100 en caso solo de utilizar biodiesel, se va a utilizar B5 que es 95% de diésel y 5% de biodiésel de pino.

- 1. El biodiesel es un combustible renovable que se obtiene a partir de aceites vegetales, que se puede usar puro o mezclado con diésel. ¿Conoce sobre su uso en los vehículos con motores diésel?**

Si	
No	

2. ¿Qué vehículo usted conduce actualmente a diésel?

Automóvil	
Camioneta	
Camión o bus	
Furgoneta	
Tráiler	

3. ¿Tiene conocimiento de que el biodiésel es más favorable para el medio ambiente?

Si	
No	

4. ¿Sabe que el biodiésel podrá alarga la vida de su motor?

Si	
No	

5. ¿Usted estaría dispuesto a utilizar este combustible en su vehículo?

Si	
No	

6. ¿Según su criterio indique el grado de importancia de las siguientes alternativas, ordene del 1 al 4, siendo el 1 el mayor puntaje?

La calidad	
El precio	

Generar menos contaminación	
Cuida su motor	

7. ¿Cuánto gasta en combustible diariamente?

0 a 5 Dólares	
6 a 15 Dólares	
16 a 30 Dólares	
30 a 50 Dólares	
Más de 50 Dólares	

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO II

REALIZACIÓN DE ENCUESTAS



Figura AII.1 Realización de la encuesta



Figura AII.2 Realización de la encuesta

ANEXO III

ACEITES PARA HACER BIODIÉSEL



Figura AIII.1 Aceite de ciprés



Figura AIII.2 Aceite de pino

ANEXO IV

MATERIALES PARA EL BIODIÉSEL



Figura AIV.1 Hidróxido de sodio



Figura AIV.2 Metanol

ANEXO V

PRUEBAS DE OPACIDAD



Figura AV.1 Instalación de la sonda



Figura AV.2 Revisión de datos



Figura AV.3 Cambio de filtro



Figura AV.4 B5 de Pino y B5 de Ciprés